PHYSICS

ALL MATERIAL AVAILABLE HERE

Hand Written Class Notes

For

GATE, NET, IES, IAS, PSUs,

MATHS, CHY, PHY, LIFE SCI, ENV,

ME, EC, EE, CS, CE, ENG, ECO.

CHAUDHARY PHOTO STAT

JIA SARAI NEAR IIT

DELHI – 110016

CONTACT NO: 9818909565

SYLLABUS
5. PHYSICAL SCIENCES

EXAM SCHEME

TIME: 3 HOURS **MAXIMUM MARKS: 200**

Single Paper Test having Multiple Choice Questions (MCQs) is divided in three parts.

Part 'A'

This part shall carry 20 questions pertaining to General aptitude with emphasis on logical reasoning graphical analysis, analytical and numerical ability, quantitative comparisons, series formation, puzzles etc. The candidates shall be required to answer any 15 questions. Each question shall be of two marks. The total marks allocated to this section shall be 30 out of 200.

Part 'B'

This part shall contain 25 Multiple Choice Questions (MCQs) generally covering the topics given in the Part 'B' of syllabus. candidates are required to answer any 20 questions. Each question shall be of 3.5 Marks. The total marks allocated to this section shall be 70 out of 200.

Part 'C'

This part shall contain 30 questions from Part 'C' & 'B' of the syllabus that are designed to test a candidate's knowledge of scientific concepts and/or application of the scientific concepts. The questions shall be of analytical nature where a candidate is expected to apply the scientific knowledge to arrive at the solution to the given scientific problem. A candidate shall be required to answer any 20 questions. Each question shall be of 5 Marks. The total marks allocated to this section shall be 100 out of 200.

There will be negative marking @25% for each wrong answer. To enable the candidates to go through the questions, the question paper booklet shall be distributed 15 minutes before the scheduled time of the exam. The answer sheet (OMR sheet) shall be distributed at the scheduled time of the exam.

SYLLABUS

Part 'A'

This part shall carry 20 questions pertaining to General aptitude with emphasis on logical reasoning graphical analysis, analytical and numerical ability, quantitative comparisons, series formation, puzzles etc. The candidates shall be required to answer any 15 questions. Each question shall be of two marks. The total marks allocated to this section shall be 30 out of 200.

Part 'B'

I. Mathematical Methods of Physics

Dimensional analysis. Vector algebra and vector calculus. Linear algebra; matrices, Cayley-Hamilton Theorem. Eigenvalues and eigenvectors. Linear ordinary differential equations of first & second order, Special functions (Hermite, Bessel, Laguerre and Legendre functions). Fourier series, Fourier and Laplace transforms. Elements of complex analysis, analytic functions; Taylor & Laurent series; poles, residues and evaluation of integrals. Elementary probability theory, random variables, binomial, Poisson and normal distributions. Central limit theorem.

II. Classical Mechanics

Newton's laws. Dynamical systems, Phase space dynamics, stability analysis. Central force motions. Two body Collisions - scattering in laboratory and Centre of mass frames. Rigid body dynamics- moment of inertia tensor. Non-Inertial frames and pseudoforces. Variational principle. Generalized coordinates. Lagrangian and Hamiltonian formalism and equations of motion. Conservation laws and cyclic coordinates. Periodic motion: small oscillations, normal modes. Special theory of relativity- Lorentz transformations, relativistic kinematics and mass–energy equivalence.

III. Electromagnetic Theory

Electrostatics: Gauss's law and its applications, Laplace and Poisson equations, boundary value problems. Magnetostatics: Biot-Savart law, Ampere's theorem. Electromagnetic induction. Maxwell's equations in free space and linear isotropic media; boundary conditions on the fields at interfaces. Scalar and vector potentials, gauge invariance. Electromagnetic waves in free space. Dielectrics and conductors. Reflection and refraction, polarization, Fresnel's law, interference, coherence, and diffraction. Dynamics of charged particles in static and uniform electromagnetic fields.

IV. Quantum Mechanics

Wave-particle duality. Schrödinger equation (time-dependent and time-independent). Eigenvalue problems (particle in a box, harmonic oscillator, etc.). Tunneling through a barrier. Wave-function in coordinate and momentum representations. Commutators and Heisenberg uncertainty principle. Dirac notation for state vectors. Motion in a central potential: orbital angular momentum, angular momentum algebra, spin, addition of angular momenta; Hydrogen atom. Stern-Gerlach experiment. Time-independent perturbation theory and applications. Variational method. Time dependent perturbation theory and Fermi's golden rule, selection rules. Identical particles, Pauli exclusion principle, spin-statistics connection.

V. Thermodynamic and Statistical Physics

Laws of thermodynamics and their consequences. Thermodynamic potentials, Maxwell relations, chemical potential, phase equilibria. Phase space, micro- and macro-states. Micro-canonical, canonical and grand-canonical ensembles and partition functions. Free energy and its connection with thermodynamic quantities. Classical and quantum statistics. Ideal Bose and Fermi gases. Principle of detailed balance. Blackbody radiation and Planck's distribution law.

VI. Electronics and Experimental Methods

Semiconductor devices (diodes, junctions, transistors, field effect devices, homo- and hetero-junction devices), device structure, device characteristics, frequency dependence and applications. Opto-electronic devices (solar cells, photo-detectors, LEDs). Operational amplifiers and their applications. Digital techniques and applications (registers, counters, comparators and similar circuits). A/D and D/A converters. Microprocessor and microcontroller basics. Data interpretation and analysis. Precision and accuracy. Error analysis, propagation of errors, Least squares fitting,

Part 'C'

I. Mathematical Methods of Physics

Green's function. Partial differential equations (Laplace, wave and heat equations in two and three dimensions). Elements of computational techniques: root of functions, interpolation, extrapolation, integration by trapezoid and Simpson's rule, Solution of first order differential equation using Runge-Kutta method. Finite difference methods. Tensors. Introductory group theory: SU(2), O(3).

II. Classical Mechanics

Dynamical systems, Phase space dynamics, stability analysis. Poisson brackets and canonical transformations. Symmetry, invariance and Noether's theorem. Hamilton-Jacobi theory.

III. Electromagnetic Theory

Dispersion relations in plasma. Lorentz invariance of Maxwell's equation, Transmission lines and wave guides. Radiation- from moving charges and dipoles and retarded potentials.

IV. Quantum Mechanics

Spin-orbit coupling, fine structure. WKB approximation. Elementary theory of scattering: phase shifts, partial waves, Born approximation. Relativistic quantum mechanics: Klein-Gordon and Dirac equations. Semi-classical theory of radiation.

V. Thermodynamic and Statistical Physics

First- and second-order phase transitions. Diamagnetism, paramagnetism, and ferromagnetism. Ising model. Bose-Einstein condensation. Diffusion equation. Random walk and Brownian motion. Introduction to nonequilibrium processes.

VI. Electronics and Experimental Methods

Linear and nonlinear curve fitting, chi-square test. Transducers (temperature, pressure/vacuum, magnetic fields, vibration, optical, and particle detectors). Measurement and control. Signal conditioning and recovery. Impedance matching, amplification (Op-amp based, instrumentation amp, feedback), filtering and noise reduction, shielding and grounding. Fourier transforms, lock-in detector, box-car integrator, modulation techniques.

High frequency devices (including generators and detectors).

VII. Atomic & Molecular Physics

Quantum states of an electron in an atom. Electron spin. Spectrum of helium and alkali atom. Relativistic corrections for energy levels of hydrogen atom, hyperfine structure and isotopic shift, width of spectrum lines, LS & JJ couplings. Zeeman, Paschen-Bach & Stark effects. Electron spin resonance. Nuclear magnetic resonance, chemical shift. Frank-Condon principle. Born-Oppenheimer approximation. Electronic, rotational, vibrational and Raman spectra of diatomic molecules, selection rules. Lasers: spontaneous and stimulated emission, Einstein A & B coefficients. Optical pumping, population inversion, rate equation. Modes of resonators and coherence length.

VIII. Condensed Matter Physics

Bravais lattices. Reciprocal lattice. Diffraction and the structure factor. Bonding of solids. Elastic properties, phonons, lattice specific heat. Free electron theory and electronic specific heat. Response and relaxation phenomena. Drude model of electrical and thermal conductivity. Hall effect and thermoelectric power. Electron motion in a periodic potential, band theory of solids: metals, insulators and semiconductors. Superconductivity: type-I and type-II superconductors. Josephson junctions. Superfluidity. Defects and dislocations. Ordered phases of matter: translational and orientational order, kinds of liquid crystalline order. Quasi crystals.

IX. Nuclear and Particle Physics

Basic nuclear properties: size, shape and charge distribution, spin and parity. Binding energy, semi-empirical mass formula, liquid drop model. Nature of the nuclear force, form of nucleon-nucleon potential, charge-independence and charge-symmetry of nuclear forces. Deuteron problem. Evidence of shell structure, single-particle shell model, its validity and limitations. Rotational spectra. Elementary ideas of alpha, beta and gamma decays and their selection rules. Fission and fusion. Nuclear reactions, reaction mechanism, compound nuclei and direct reactions.

Classification of fundamental forces. Elementary particles and their quantum numbers (charge, spin, parity, isospin, strangeness, etc.). Gellmann-Nishijima formula. Quark model, baryons and mesons. C, P, and T invariance. Application of symmetry arguments to particle reactions. Parity non-conservation in weak interaction. Relativistic kinematics.

MODEL QUESTION PAPER

PART 'A' GENERAL APTITUDE

(logical reasoning, graphical analysis, analytical and numerical ability, quantitative comparisons, series formation, puzzles, etc.)

1. A sphere of radius 4 cm is carved from a homogeneous sphere of radius 8 cm and mass 160 g. The mass of the smaller sphere is

1. 80 g.
2. 60 g.
3. 40 g.
4. 20 g.

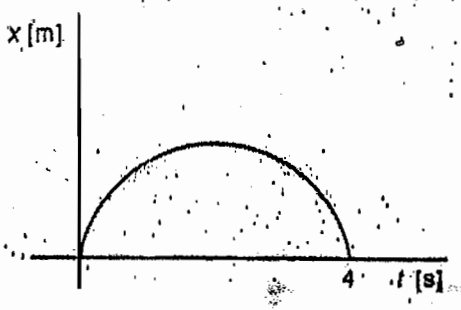
2. Two boys A and B are at two diametrically opposite points on a circle. At one instant the two start running on the circle; A anticlockwise with constant speed v and B clockwise with constant speed $2v$. In 2 minutes, they pass each other for the first time. How much later will they pass each other for the second time?

1. 1 minute
2. 2 minutes
3. 3 minutes
4. 4 minutes

3. There are k baskets and n balls. The balls are put into the baskets randomly. If $k < n$,

1. There is no empty basket
2. There are exactly $(n-k)$ baskets with at least one ball
3. There is at least one basket with two or more balls
4. There are $(n-k)$ baskets with exactly two balls

4. An ant is crawling along the x-axis such that the graph of its position on the x-axis versus time is a semi-circle (see figure). The total distance covered in the 4 s is

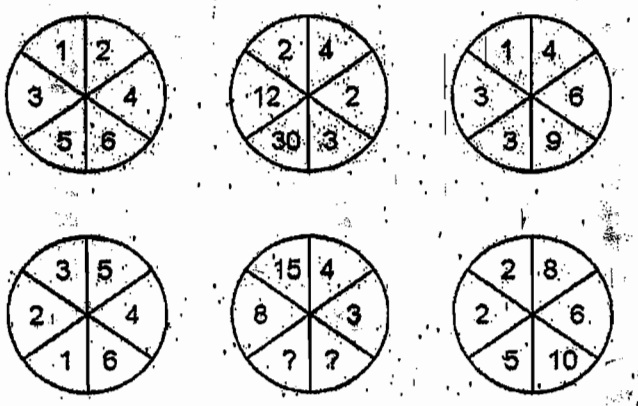


1. 4 m
2. 2 m
3. 2π m
4. 4π m

5. In a bag containing only blue, red and green marbles, all but 15 are blue, all but 13 are red and all but 12 are green. How many are red?

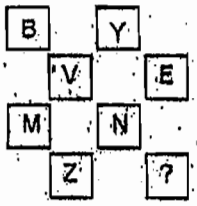
1. 13
2. 7
3. 25
4. 20

6. Find the missing numbers in the bottom middle circle. (Clue: left halves of the central circles relate to the left circles and the right halves to the right circles)



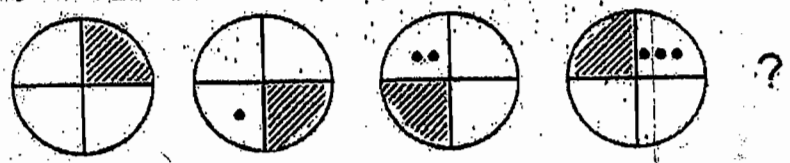
1. 10, 20
2. 15, 15
3. 21, 2
4. 6, 2

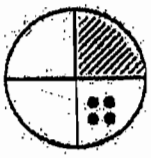
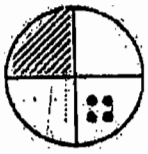
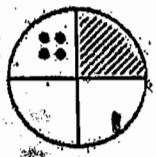
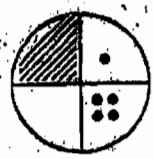
7. Identify the missing letter.



1. W
2. A
3. X
4. B

8. Identify the figure that comes next in the sequence:



1. 
2. 
3. 
4. 

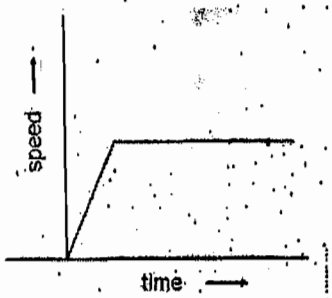
9. A person buys a shirt with marked price Rs.300/- at 20% discount. In order to make a profit of 20% the person should sell the shirt for

1. Rs. 288/-
2. Rs. 300/-
3. Rs. 240/-
4. Rs. 360/-

10. A uniform cylindrical container is half filled with water. The height of the cylinder is twice its diameter. The cylinder is gradually tilted until the water touches the brim. At this instant, the container is inclined at

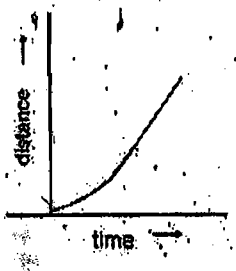
1. 30° to vertical
2. 45° to vertical
3. 60° to vertical
4. 75° to vertical

11. A car is moving along a straight road. The graph below shows how the speed varies with time.

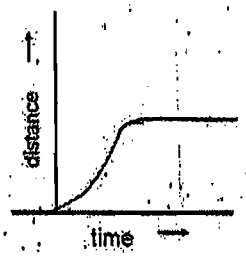


Which of the following graphs represents the distance covered by the car with time?

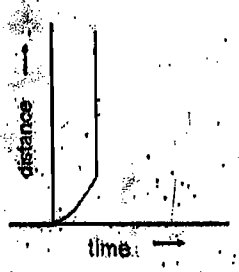
1.



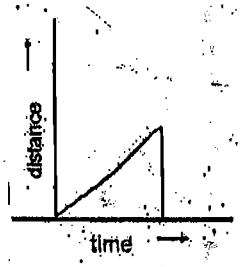
2.



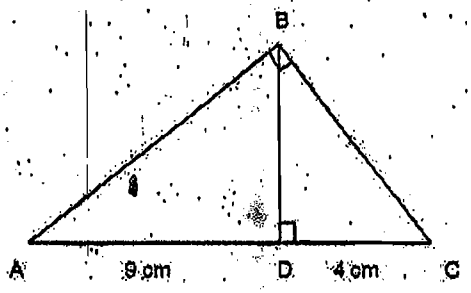
3.



4.



12. In triangle ABC, shown in the figure, AB is perpendicular to BC. Further, BD is perpendicular to AC. If AD = 9 cm and DC = 4 cm, the length BD is



1. 6 cm
2. 6.5 cm
3. $\frac{36}{13}$ cm
4. $\frac{13}{36}$ cm

13. A box of sticks of equal lengths is provided. The minimum number sticks needed to build a frame to enclose a 3 dimensional volume is

1. 6
2. 12
3. 3
4. 8

14. 5 kg of adulterated rice has 2% stones in it and the rest is rice. Half of the stone content was removed. Now the percentage of stone content in it is

1. 0.99%
2. 1%
3. 1.1%
4. 1.01%

15. A coin is tossed six times. The probability that heads will occur at least once is

1. $\frac{63}{64}$
2. $\frac{1}{3}$
3. $\frac{1}{64}$
4. $\frac{3}{2}$

16. Two parameters TC and TF are related as shown in the table. Find the value of TF corresponding to a TC of 75.

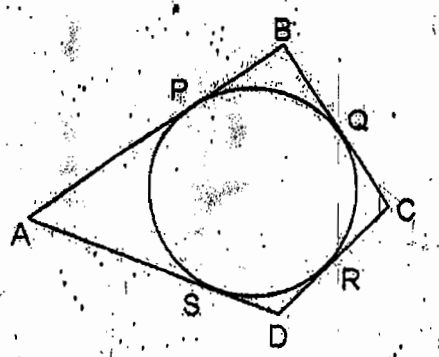
TC	0	25	50	75	100
TF	32	77	122	?	212

1. 167
2. 162
3. 150
4. 200

17. Several identical cubes are arranged in a close-packed single layer. If the area of the layer is A and the volume of the layer is V, then the number of cubes in the collection is

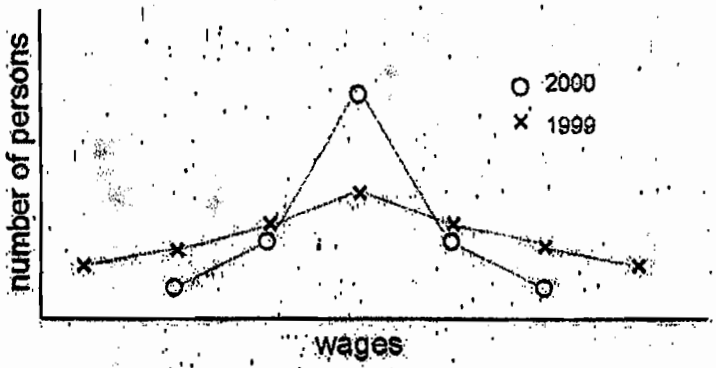
1. V/A.
2. A^3/V^2.
3. V^2/A^3.
4. A/V.

18. Circle PQR is inscribed in a quadrilateral ABCD. The circle touches side AD at point S. AP = 8 cm, QC = 3 cm and DC = 6 cm. The length of side AD is



1. 9 cm
2. 10 cm
3. 11 cm
4. 12 cm

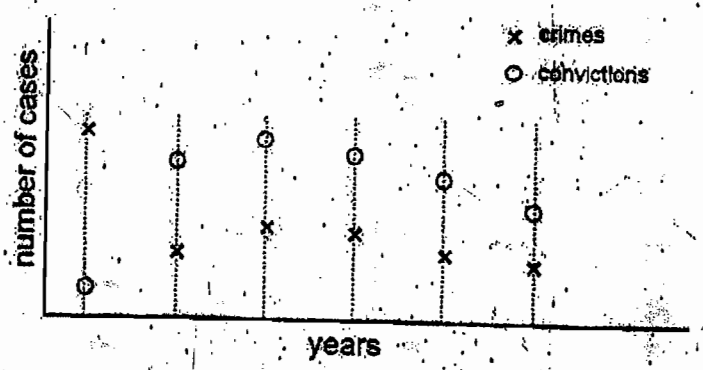
19. The distribution of wages in a population is shown below for 2 years.



The average wage(s)

1. in 1999 is greater than that in 2000.
2. in 1999 is less than that in 2000.
3. in the two years are equal, but the variances are unequal.
4. in the two years are unequal, but the variances are equal.

20. The graph below shows crime rates and convictions for 5 years in a certain society.



Which of the following is correct?

1. The cause of convictions being on the rise is better law enforcement.
2. Falling crime rates have slowly reduced the conviction rates also.
3. There are fewer convictions because crime rate has fallen.
4. The graph must be wrong.

4. $\sum_i x_i^4 - y_i^4$

23. An unbiased coin is tossed n times. The probability that exactly m heads will come up is

1. $\frac{n}{2^m}$
2. $\frac{1}{2^n}\frac{n!}{m!(n-m)!}$
3. $\frac{1}{2^m}\frac{n!}{m!(n-m)!}$
4. $\frac{m}{2^n}$

24. Given the Legendre polynomials $P_0(x)=1, P_1(x)=x$, and $P_2(x)\frac{3x^2-1}{2}$, then the polynomial $(3x^2+x-1)$ can be expressed as

1. $P_2(x)-P_1(x)$
2. $2P_2(x)+P_1(x)$
3. $P_2(x)+P_1(x)$
4. $2P_2(x)+P_1(x)+P_0(x)$

25. A circular ring rotates about an axis passing through its centre and perpendicular to its plane. Each point on it moves with a speed $c/2$, where c is the speed of light in vacuum. The relative velocity between any two diametrically opposite points on the ring is

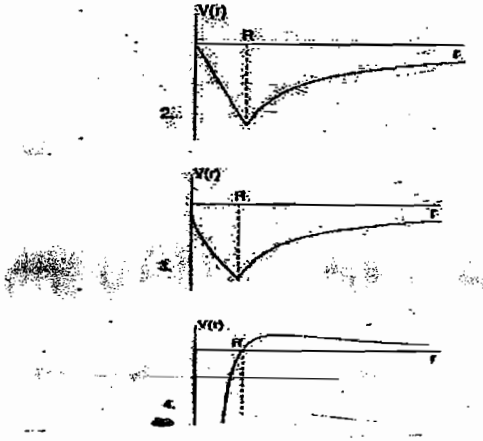
1. $2c/5$
2. $c/2$
3. $4c/5$
4. c

26. For what value of α will transformation $q \to Q = q^\alpha \cos 2p$ and $p \to P = q^\alpha \sin 2p$ be canonical?

1. $\alpha = 1$
2. $\alpha = ½$
3. $\alpha = -1$
4. $\alpha = 2$

27. Consider a spherical ball of radius R and constant density ρ. Which of the following graphs shows the gravitational potential $V(r)$ as a function of the radial coordinate r?

1.



28. A quantum particle of mass m moves in two dimensions in an anisotropic harmonic oscillator potential $V(x,y)=\frac{1}{2}m\omega^2x^2+2m\omega^2y^2$. The energy eigenvalues are (n is a positive integer or zero)

1. $\hbar\omega(2n+1)$
2. $\hbar\omega(n+1)$
3. $2\hbar\omega(n+1)$
4. $\hbar\omega(n+\frac{3}{2})$

29. The ground state energy of the Hydrogen atom is -13.6 eV. The energy of the second excited state is

1. -27.2 eV
2. -6.8 eV
3. -1.5 eV
4. -4.5 eV

30. Consider a one-dimensional infinite square well potential

$$V(x)=\begin{cases}0 & \le x \le L \\ \infty & otherwise\end{cases}$$

If each of the lowest two energy levels are occupied by identical non-interacting bosonic particles (one in each level), then the unnormalized wave function of the combined system is

1. $\psi(x_1,x_2)=\sin\left(\frac{\pi x_1}{L}\right)\sin\left(\frac{2\pi x_2}{L}\right)$
2. $\psi(x_1,x_2)=\sin\left(\frac{\pi x_1}{L}\right)\sin\left(\frac{2\pi x_2}{L}\right)-\sin\left(\frac{\pi x_2}{L}\right)\sin\left(\frac{2\pi x_1}{L}\right)$

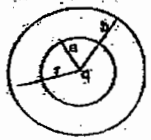
3. $\psi(x_1,x_2)=\sin\left(\frac{2\pi x_1}{L}\right)\sin\left(\frac{2\pi x_2}{L}\right)+\sin\left(\frac{\pi x_1}{L}\right)\sin\left(\frac{2\pi x_2}{L}\right)$

4. $\psi(x_1,x_2)=\sin\left(\frac{\pi x_1}{L}\right)\sin\left(\frac{\pi x_2}{L}\right)+\sin\left(\frac{2\pi x_1}{L}\right)\sin\left(\frac{2\pi x_2}{L}\right)$

31. The total spin-angular momentum of a system of three free electrons is

1. $S_{tot}=\frac{1}{2}$ and $S_{tot}=\frac{3}{2}$
2. $S_{tot}=\frac{1}{2}$ only
3. $S_{tot}=\frac{3}{2}$ only
4. $S_{tot}=0$ and $S_{tot}=1$

32. A conducting spherical shell of inner radius a and outer radius b has a point charge q located at the centre of the shell. The potential at a distance r from the centre $(a<r<b)$ is



1. 0
2. $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{a}$
3. $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{b}$
4. $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$

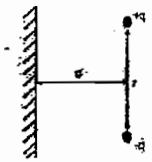
33. Consider the electric and magnetic fields of an accelerating charge. How should the fields vary with r (the retarded distance) for the Poynting vector to remain finite at arbitrarily large distances?

1. $1/r$
2. $1/r^2$
3. r
4. r^2

34. According to Kirchoff's laws for circuits, the sum of the currents at any junction is equal to zero. Which of the following equations for the current density $\vec{j}$ describes this situation?

1. $\vec{\nabla}\times\vec{j}=0$
2. $\vec{\nabla}.\vec{j}=0$
3. $\nabla^2\vec{j}\neq 0$
4. $\partial\vec{j}/\partial t=0$

35. Two equal and opposite charges are placed at a distance r from each other. A large metallic sheet is placed at a distance d from them as shown in the figure. Due to the presence of the sheet, the attractive force between the charges along the direction joining them



1. decreases
2. increases
3. remains unchanged
4. decreases if $r > d/2$ and increases if $r < d/2$.

36. A non-interacting system has two energy levels, 0 and ε. The lower level is doubly degenerate while that of energy ε is non-degenerate. If the system is in thermal equilibrium at temperature T, the single-particle partition function is

1. $Z=2e^{-\varepsilon/k_BT}$
2. $Z=1+2e^{-\varepsilon/k_BT}$
3. $Z=2+e^{-\varepsilon/k_BT}$
4. $Z=2\left(1+e^{-\varepsilon/k_BT}\right)$

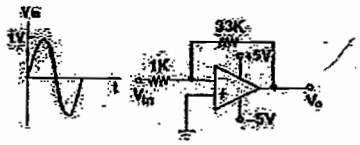
37. A system of weakly interacting two-dimensional harmonic oscillators is in thermal contact with a heat bath of absolute temperature T. The average *kinetic energy* of an oscillator is

1. k_BT
2. $2k_BT$
3. $3\,k_BT/2$
4. $k_BT/2$

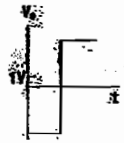
38. Which of the following expresses the Second law of thermodynamics? (Symbols have their usual meanings.)

1. $\Delta F \le W$
2. $\Delta S < Q/T$
3. $\Delta U = Q+W$
4. $\Delta S \le 0$

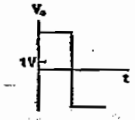
39. For the op-amp circuit shown in the figure below; which is the correct output waveform?



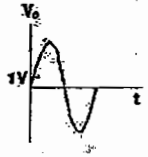
1.



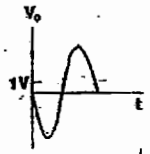
2.



3.

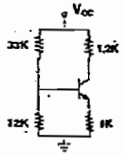


4.

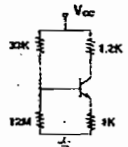


40. Which of the following circuits has an appropriate voltage divider for biasing the transistor?

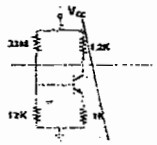
1.



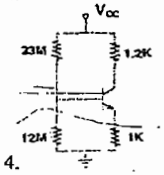
2.



3.



4.



PART C

COMPULSORY QUESTIONS

41. The value of the contour integral

$$\frac{1}{2\pi i}\oint_C dz\, f(z)$$

where $f(z)=\frac{z}{2}+\frac{1}{z}+\frac{2z}{z^2-1}$

and the contour C is a circle of radius 2 centered at the origin, traversed in the counter-clockwise direction is

1. 2
2. 1/2
3. 1
4. 3

42. The matrix A, defined by

$$A=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & a & b\\ 0 & -b & a\end{pmatrix}$$

is orthogonal if

1. $a = 1, b = -1$
2. $a = 1/\sqrt{2}, b = -1/\sqrt{2}$
3. $a = 1/\sqrt{2}, b = -i/\sqrt{2}$
4. $a = 1, b = 1$

43. Given the Lagrangian $L = -\sqrt{1-\left(\frac{dx}{dt}\right)^2}$

where x is a co-ordinate and t is the time, the Hamiltonian is

1. $\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 / \sqrt{1-\left(\frac{dx}{dt}\right)^2}$
2. $\sqrt{1-\left(\frac{dx}{dt}\right)^2}$
3. $\frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{dx}{dt}\right)^2}}k$

4. $\left(\frac{dx}{dt}\right)^2$

44. In a nonmagnetic dielectric medium with dielectric constant $\varepsilon_r = 4$, the electric field of a propagating plane wave with $\omega = 10^8$ rad/s is given by $\vec{E} = \left(-\hat{i} + \sqrt{3}\hat{j}\right)\exp\left[j\left(\omega t - \vec{k}\cdot\vec{r}\right)\right]$.

The propagation vector $\vec{k}$ (in units of m^{-1}) is given by

1. $\vec{k} = \frac{1}{\sqrt{3}}\hat{i} + \frac{1}{3}\hat{j}$
2. $\vec{k} = \frac{1}{3}\hat{z}$
3. $\vec{k} = \frac{1}{2\sqrt{3}}\hat{i} + \frac{1}{6}\hat{j}$
4. $\vec{k} = -\frac{1}{\sqrt{3}}\hat{i} + \frac{1}{3}\hat{j}$

45. Two small circular loops, each of area 1cm^2 carry currents 1A and 2A respectively. They are placed in a plane at a distance of 5 meters from each other. If one of the loops is lifted 5 meters in the vertical direction while maintaining it flat, the electrical work done in the process is (μ_0 is the magnetic permeability of vacuum)

1. $2.75\times10^{-9}\ \mu_0^2$ J
2. $1.46\times10^{-10}\ \mu_0^2$ J
3. $1.88\times10^{-10}\ \mu_0^2$ J
4. $4.74\times10^{-9}\ \mu_0^2$ J

46. Consider a three dimensional harmonic oscillator with Hamiltonian

$$H = \frac{p_x^2}{2m} + \frac{p_y^2}{2m} + \frac{p_z^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2\left(x^2 + y^2 + z^2\right).$$

A. The number of distinct eigenstates with energy eigenvalue $\frac{5}{2}\hbar\omega$ is

1. 5
2. 3
3. 2
4. 1

B. The eigenvalue of L^2 (where $\vec{L}$ is the angular momentum operator) in the ground state is

1. $\hbar^2$
2. $2\hbar^2$
3. 0
4. $6\hbar^2$

47. The states $|m\rangle$, $m = -1, 0, 1$ are the eigenstates of S_z, the z component of the spin angular momentum of a particle with $S = 1$. $\left[S_z|m\rangle = m\hbar|m\rangle\right]$.

A. The expectation value of S_x in the state $|\psi\rangle = \frac{1}{2}|1\rangle + \frac{1}{2}|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|-1\rangle$ is

1. $\hbar/4$
2. $-\hbar/2$
3. $\hbar/2$
4. $-\hbar/4$

B. Consider the states $|\psi_1\rangle = \frac{1}{\sqrt{6}}|1\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{3}}|-1\rangle$ and $|\psi_2\rangle = -\frac{1}{\sqrt{6}}|1\rangle + a|0\rangle - \frac{1}{\sqrt{3}}|-1\rangle$. The value of a for which these states are orthogonal is

1. $1/\sqrt{3}$
2. $1/2$
3. $1/\sqrt{2}$
4. $-1/\sqrt{2}$

48. The free energy of a system having magnetization m is given by

$$F = -\frac{J}{2}m^2 + k_BT\left[\left(\frac{1+m}{2}\right)\ln\left(\frac{1+m}{2}\right) + \left(\frac{1-m}{2}\right)\ln\left(\frac{1-m}{2}\right)\right],$$

where J is the exchange energy, T is the Temperature, and k_B is the Boltzmann constant.

A. The equilibrium value of magnetization is determined by

1. $m = \sinh\frac{Jm}{k_BT}$
2. $m = \cosh\frac{Jm}{k_BT}$
3. $m = \tanh\frac{Jm}{k_BT}$
4. $m = \left(\frac{Jm}{k_BT}\right)\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{Jm}{k_BT}\right)^2\right]$

B. If m is determined through the relationship $m = \left(\frac{Jm}{k_B T}\right)\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{Jm}{k_B T}\right)^2\right]$,

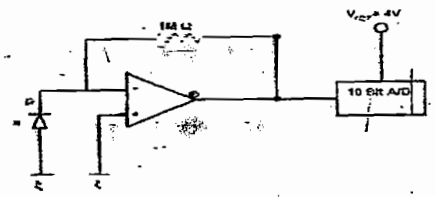
then the system undergoes

1. no phase-transition
2. a second order phase transition at $T_C = J/k_B$
3. a first order phase transition at $T_C = J/k_B$
4. a phase transition that cannot be classified as either first or second order.

49. A piece of metal of heat capacity 500 JK^{-1} assumed to be independent of temperature is at 500 K. The metal piece is cooled to 300K in two steps: it is first plunged into a liquid bath at 400 K. After cooling it is plunged into a colder liquid bath at 300 K. The metal piece is then heated to 500 K in two steps: it is plunged into a liquid bath at 400 K first and then into a liquid bath at 500 K. During the cooling-heating process, the metal piece and the liquid baths gain or lose entropy. The total change in entropy of the system (the metal piece and the liquid baths) is

1. 1500 ln (5/3)JK^{-1}
2. Zero
3. –200 JK^{-1}
4. +200JK^{-1}

50. Shown in the figure is a circuit to measure light intensity and convert it to a digital signal. The photodiode P has a responsivity of 0.1A per watt of incident light intensity. The op-amp converts the induced photocurrent to a voltage which is digitized by the 10-bit A/D converter with a reference voltage of 4V.



A. For a light intensity of 25 μW incident on the photodiode, the voltage output of the op-amp is

1. 0.25V
2. 1.0V
3. 4.0V
4. 2.5V

B. The range of light intensity which can be measured by this set up is

1. 100nW to 100μW
2. 100nW to 100μW
3. 40nW to 40μW
4. 40nW to 40μW

ANSWER ANY 10 QUESTIONS OUT OF THE REMAINING 15

51. Under a small rotation $\delta\theta$ about the x – axis, the component of a second rank tensor Γ_{yz} transforms as

1. $\Gamma'_{yz} = (1 + \delta\theta)\,\Gamma_{yz}$
2. $\Gamma'_{yz} = \Gamma'_{yz} + \delta\theta\,(\Gamma_{yy} - \Gamma_{zz})$
3. $\Gamma'_{yz} = \Gamma_{yz} + \delta\theta\,(\Gamma_{yx} - \Gamma_{zx})$
4. $\Gamma'_{yz} = \Gamma'_{yz} + \delta\theta\,\Gamma_{xx}$

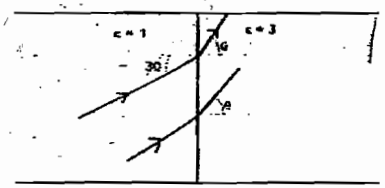
52. The partial differential equation

$$x\frac{\partial u}{\partial x} + y\frac{\partial u}{\partial y} = 0.$$

Upon change of variables to $z = x + iy$ $z^* = x - iy$ becomes

1. $\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial z^*} = 0$
2. $z\frac{\partial u}{\partial z^*} + z^*\frac{\partial u}{\partial z} = 0$
3. $z\frac{\partial u}{\partial z} + z^*\frac{\partial u}{\partial z^*} = 0$
4. $z\frac{\partial u}{\partial z} - z^*\frac{\partial u}{\partial z^*} = 0$

53. A large slab consists of two materials with dielectric constants 1 and 3 divided by a plane interface as shown in the figure. An electric field exists in this slab, which uniformly makes an angle of 30° with the normal to the interface on the left side of the (ε=1). The angle the field makes on the other side of the interface is



1. $\tan^{-1}(3)$
2. $\sin^{-1}\left(\frac{1}{2\sqrt{3}}\right)$
3. 60°
4. $\tan^{-1}(1/3)$

54. Given the vector $\bar{A}=(y,-x,0)$, the line integral $\oint_C \bar{A}.d\bar{l}$, where C is a circle of radius 5 units with its centre at the origin, (correct to the first decimal place) is

1. 172.8
2. 157.1
3. -146.3
4. 62.8

55. An electron is placed in an uniform magnetic field $\bar{H}$ that points in the $\hat{x}$ direction. The Hamiltonian of the system is $H=-K\bar{S}\cdot\bar{H}$ where $k>0$ is a constant and $\bar{S}$ is the electron spin operator.

A. The energy of the ground state of the Hamiltonian is

1. $-KS\hbar$
2. $\frac{1}{2}KH\hbar$
3. $-\frac{1}{2}KH\hbar$
4. 0

B. The expectation value of S_x in the ground state of this Hamiltonian is

1. $-\hbar/2$
2. 0
3. $\hbar/2$
4. $\hbar$

56. Positronium is an atom formed by an electron and a positron. The mass of a positron is the same as that of an electron and its charge is equal in magnitude but opposite in sign to that of an electron. The positronium atom is thus similar to the hydrogen atom with the positron replacing the proton.

A. The binding energy of a positronium atom is

1. 13.6 eV
2. 6.8 eV
3. 27.2 eV
4. 3.4 eV

B. If a positronium atom makes a transition from the state with $n=3$ to a state with $n=2$, the energy of the photon that is emitted in this transition is closest to

1. 1.88 eV
2. 0.94 eV
3. 1.13 eV
4. 2.27 eV

57. A particle of mass m and charge q is constrained to move along a straight line joining two other equal charges q fixed at $x=\pm a$. The time period of small oscillations is

1. $T=\frac{2\pi a}{q}\sqrt{\varepsilon_0 am}$
2. $T=\frac{4\pi a}{q}\sqrt{r\varepsilon_0 am}$
3. $T=\frac{a}{q}\sqrt{r\varepsilon_0 am}$
4. $T=\frac{2\pi a}{q}\sqrt{\varepsilon_0 am}$

58. A Carnot engine operates between a heat source at 500 K and a heat sink at 300 K. The temperature of the source is increased by 20K. In order that the efficiency of the engine remain unchanged, the temperature of the sink should be changed by

1. +20K
2. +12K
3. –12K
4. –20K

59. The following table shows the relationship between an independent quantity x, a two measured quantities y and z.

x	0	1	2	3	4	5
y	–0.1	2.1	8.1	17.9	32.2	49.7
z	–4	–3	$2\sqrt{2}-4$	$3\sqrt{3}-4$	4	$5\sqrt{5}-4$

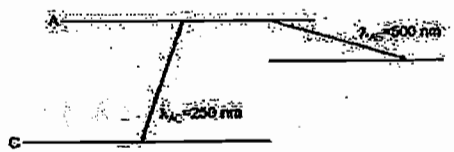
A. In order to get a straight line graph relating y to x we should plot

1. y vs $\log x$
2. y^2 vs x
3. y vs x^2
4. y^2 vs $\log x$

B Similarly, in order to get a straight line graph relating z to x, we should plot

1. z^2 vs x^3
2. $(z+4)^2$ vs x^3
3. $(z-4)^2$ vs x^3
4. $\log z$ vs $\log x$

60. The cross-section for the excitation of a certain atomic level A under electron impact is $\sigma_A=1.4\times10^{-20}cm^2$. The level A has lifetime $\tau=2\times10^{-8}s$ and decays 10% of the time to level B and 90% of the time to level C, as shown in figure.



When an electron beam of 5mA/cm^2 is passed through a vapour of these atoms at a pressure of 66.65 dynes/cm^2 at a temperature of 27° C, the equilibrium population per cm^3 in level A is

1. $1.4\times10^{4}\,cm^{-3}$
2. $1.55\times10^{5}\,cm^{-3}$
3. $4.66\times10^{-5}\,cm^{-3}$
4. $3.1\times10^{16}\,cm^{-3}$

61. Consider the CO molecule as a diatomic rigid rotor with a bond length of 1.12Å. The reduced mass of the system is obtained from the atomic masses of C and O. The rotational energies are defined in terms of B (the rotational constant) and J (the rotational quantum number). If ν_1 and ν_2 denote the frequency of the first rotational resonance lines for the molecules $^{12}C^{16}O$ and $^{13}C^{18}O$ respectively, their ratio ν_1/ν_2 is approximately

1. 1.5
2. 1.1
3. 0.9
4. 1.01

62. A metal at temperature T is placed in a static uniform electric field $\bar{E}$. An electron in it experiences a collision, and then, after a time t, a second collision. In the Drude model, energy mean speed of an electron emerging from a collision does not depend on the energy that the electron acquired from the field since the time of the last collision. The average energy lost by the electron in the second of the two collisions mentioned previously (note that the average is taken over all directions in which the electron may emerge after the first collision) is equal to

1. $\dfrac{(eEt)^2}{2m}$
2. $\dfrac{(eEt)^2}{m}$
3. $\dfrac{1}{4\pi}\dfrac{(eEt)^2}{2m}$
4. $\dfrac{1}{4\pi}\dfrac{(eEt)^2}{m}$

63. The Fermi energy of a two-dimensional electron gas with number density n is equal to

1. $\pi n\,\dfrac{\hbar^2}{m}$
2. $(2\pi^2 n)^{2/3}\dfrac{\hbar^2}{2m}$
3. $(3\pi^2 n)^{2/3}\dfrac{\hbar^2}{2m}$
4. $\dfrac{\hbar^2\pi n}{2m}$

64. The binding energy of a nucleus with atomic number Z and atomic mass number A is given by the semi-empirical mass formula

$$B(Z,A) = aA - bA^{2/3} - s\frac{(A-2Z)^2}{A} - d\frac{Z^2}{A^{1/3}} - \frac{\delta}{A^{1/2}}$$

where $a = 15.8\ MeV$, $b = 18.3\ MeV$, $s = 23.2\ MeV$, $d = 0.7\ MeV$ and δ = (+11.2, 0, -11.2) MeV for nuclei which are (odd-odd, odd-even, even-even). If we consider all possible isobars of mass number 216, the most stable nuclide is

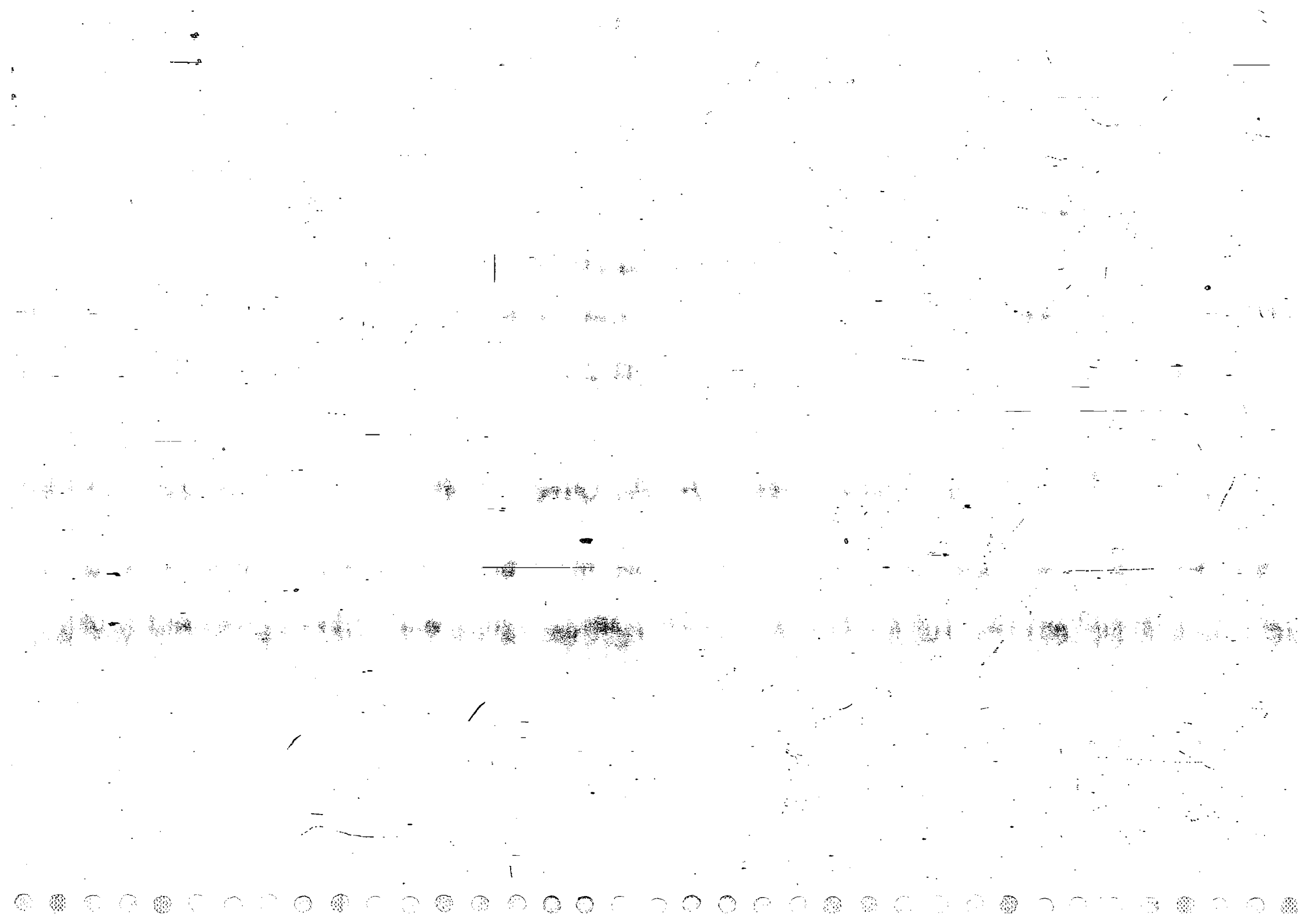
1. $^{216}_{82}Pb$
2. $^{216}_{87}Fr$
3. $^{216}_{85}At$
4. $^{216}_{86}Rn$

65. The activity of a radioactive sample is defined as λN where λ is the decay constant and N is the number of atoms. In an experiment, the activity of a sample of $^{55}_{24}Cr$ was found to change as

After(min)	0	5	10	15	20
λN(m curie)	19.2	7.13	2.65	0.99	0.37

The half life of $^{55}_{24}Cr$ is

1. 5.08 min
2. 3.52 min
3. 3.57 min
4. 5.16 min



PHYSICAL SCIENCES
PAPER I (PART 'B')

41. The resolution of a Michelson interferometer operating with a light source of 640 *nm* wavelength is

1. 1280 *nm.*
2. 640 *nm.*
3. 80 *nm.*
4. 1 *nm.*

42. When a terminal is at virtual ground, then

1. both current and voltage are zero.
2. only voltage will be zero.
3. only current will be zero.
4. both voltage and current are not zero.

43. Platinum resistor (PTR) and a thermistor(THR) are used to measure room temperature. Which of the following is true?

1. PTR offers more accuracy, THR more resolution.
2. PTR offers more resolution, THR more accuracy.
3. Both offer same accuracy, THR offers more resolution.
4. Both offer same resolution, PTR offers more accuracy.

44. A four bit A/D converter is used to convert an analog voltage of 8*V*. The maximum error is

1. 0.5 *V.*
2. 1.0 *V.*
3. 2.0 *V.*
4. 0.25 *V.*

45. A voltage of 2300 volts is applied to a cylindrical counter with an anode wire of radius 0.01 *cm* and a cathode inner radius of 1.0 *cm*. The electric field at the anode surface is

1. 5×10^4 *V/cm.*
2. 5×10^3 *V/cm.*
3. 5×10^5 *V/cm.*
4. 5×10^2 *V/cm.*

46. A γ-ray of energy 1 *keV* is passed through a solid absorber of thickness 3 *cm* and mass attenuation coefficient 3 cm^2/g at temperature T_1. If the same absorber is melted at temperature T_2, the mass attenuation coefficient will be

1. $3\ (T_1/T_2)^2\ cm^2/g.$
2. $1/3\ cm^2/g.$
3. $3\ cm^2/g.$
4. $3\ (T_2/T_1)^2\ cm^2/g.$

47. Five panelists are required to elect a sixth member to the panel. If any of the panelists votes against a member, the member is disqualified. What would be the appropriate electronic circuit to be used in the electronic voting machine to implement the above rule?

1. XOR
2. XNOR
3. OR
4. AND

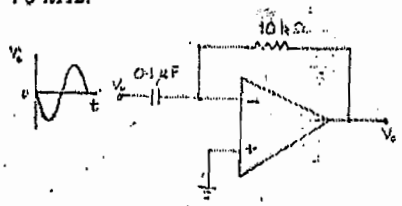
48. In an op-amp, when the input signal drives the output at a rate of voltage change greater than the slew rate, then the resulting signal

1. is enhanced.
2. is clipped.
3. is unaffected.
4. remains the same, but with 90^0 phase difference.

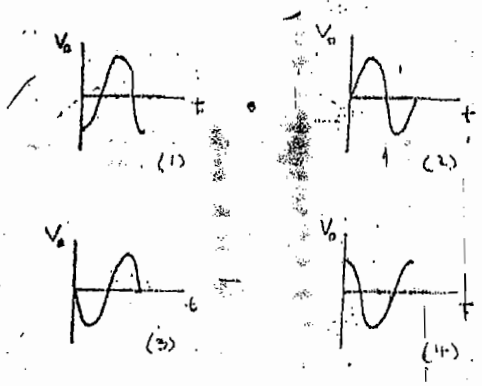
49. Sensitive experiments are often performed inside a metal enclosure known as a Faraday cage. Which of the following of Maxwell's equations governs the principle of operation of the cage?

1. $\vec{\nabla}.\vec{E} = \rho / E_0$
2. $\vec{\nabla}.\vec{B} = 0$
3. $\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\partial \vec{B} / \partial t$
4. $\vec{\nabla} \times \vec{H} = \mu_0 \left[\vec{J} + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right]$

50. Consider the following operational amplifier circuit with an input signal of frequency 10 *kHz*.



Which of the following represents the output waveform V_0?



51. For the ground state of a particle moving freely in a one-dimentional box $0 \le x \le L$ with rigid reflecting end-points, the uncertainty product $(\Delta x)\,(\Delta p)$ is

1. $h/2$
2. $\sqrt{2}\,h$
3. $> h/2$
4. $h/\sqrt{3}$

52. Consider a system of two spin-half particles, in a state with total spin quantum number $S = 0$. The eigenvalue of the spin Hamiltonian $H = A\vec{S}_1.\vec{S}_2$ (A is a positive constant) in this state is

1. $A\hbar^2/4$
2. $-A\hbar^2/4$
3. $3A\hbar^2/4$
4. $-3A\hbar^2/4$

53. The energy of a 200 nm photon is
1. 0.01 eV
2. 100 eV
3. 10 eV
4. 1 eV

54. The wave function $\psi(\vec{r})$ of a particle moving in three-dimensional space has the physical dimensions of

1. $(\text{Length})^{-3/2}$
2. $(\text{Length})^{3/2}$
3. $(\text{Length})^{-1}$
4. (Length)

55. The eigenvalues of the Pauli spin matrix $\sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}$ are

1. $+1, +1$
2. $+1, -1$
3. $-i, +i$
4. $+i, +i$

56. The ground state energy of a particle in an infinite square-well potential of width L is E. If the width of the wall is reduced to $L/2$, then the ground state energy becomes

1. $2E$
2. $E/2$
3. $4E$
4. $E/4$

57. The classical definition of the orbital angular momentum of a particle is $\vec{L}=\vec{r}\times\vec{p}$. The corresponding quantum mechanical definition for the orbital angular momentum operator (taking into account the fact that $\vec{r}$ and $\vec{p}$ do not commute with each other) is

1. $\hat{\vec{L}}=\hat{\vec{r}}\times\hat{\vec{p}}$
2. $\hat{\vec{L}}=\frac{1}{2}[(\hat{\vec{r}}\times\hat{\vec{p}})+(\hat{\vec{p}}\times\hat{\vec{r}})]$
3. $\hat{\vec{L}}=\frac{1}{2i}[(\hat{\vec{r}}\times\hat{\vec{p}})-(\hat{\vec{p}}\times\hat{\vec{r}})]$
4. $\hat{\vec{L}}=\frac{i}{r}(\hat{\vec{p}}\times\hat{\vec{r}})$

58. Given the Hamiltonian $\hat{H}=\hat{H}_0+i\hat{T}$, where $\hat{H}_0$ and $\hat{T}$ are hermitian operators, which of the following statements are correct?

1. $\hat{H}$ is a hermitian operator and the total probability is conserved
2. $\hat{H}$ is a hermitian operator and the total probability is *not* conserved
3. $\hat{H}$ is *not* a hermitian operator and the total probability is conserved
4. $\hat{H}$ is *not* a hermitian operator and the total probability is *not* conserved

59. The Hamiltonian of a three-level system is

$$H=a\begin{pmatrix}2 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 1\\ 0 & 1 & 0\end{pmatrix}$$

The energy eigenvalues are

1. $2a,\ a,\ -a$
2. $2a,\ a,\ 0$
3. $2a,\ 0,\ 0$
4. $2a,\ a,\ a$

60. The ground state energy of a particle in the one-dimensional potential

$$V(x) = \begin{cases} \frac{1}{2}mw^2x^2 & \text{for } x > 0 \\ \infty & \text{for } x < 0 \end{cases}$$

is equal to

1. $\hbar\omega$
2. $\frac{3}{2}\hbar\omega$
3. $2\hbar\omega$
4. $\frac{5}{2}\hbar\omega$

61. Let k be the wave number of the incident plane wave in a scattering experiment. If the scattering is purely a p-wave with the phase shift $\delta_1 = \pi/4$, then the total scattering cross-section is

1. $2\pi/k^2$
2. $6\pi/k^2$
3. 0
4. k^2

62. Plane polarized light will be rotated when it is passed through a solution of

1. Na Cl O_3
2. CH Cl F_2
3. HC Br Cl F
4. Br CH_3

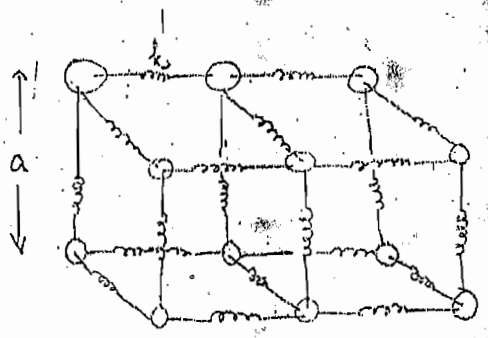
63. The specific heat of silicon monoxide at high temperatures, as compared to silicon dioxide, is,

1. larger.
2. smaller.
3. equal.
4. dependent on other parameters not specified here.

64. You are shown a spectrum consisting of a series of equally spaced lines. This could be

1. the rotational spectrum of CO.
2. the vibrational spectrum of N_2.
3. the NMR spectrum of CH_4.
4. the Mossbauer spectrum of Fe_3O_4.

65. The figure below shows a "bead-spring" model of a simple cubic crystalline lattice. The springs have spring constants k and the lattice spacing is a. For this model, the shear modulus governing displacements along the x - direction with a gradient along the z - direction is:



1. 0.
2. k / a.
3. $k / 6a$.
4. k / a^2.

66. The ratio $\kappa / \sigma T$ (where κ is the thermal conductivity, σ is the electrical conductivity and T is the temperature) for metals

1. is strongly dependent on the number density of the charge carriers.
2. is independent of the temperature T.
3. varies widely from one metal to another.
4. is approximately independent of the particular metal.

67. Let $U(x) = \frac{1}{2}ax^2 - bx^3 + cx^4$ be the energy cost of stretching the unit cell of a certain crystal by an amount x, (a, b and c are constants with a and c being positive). Then at temperature T the coefficient of linear thermal expansion (to first order in b and zeroth order in c) is proportional to

1. a^2b.
2. b / a^2.
3. a^2 / b.
4. $1 / ba^2$.

68. The dispersion relation for spinwaves in a three dimensional Heisenberg ferromagnet is $\omega = Ak^2$, where ω is the frequency, k is the wave number, and A is a constant. The contribution of spin waves to the specific heat, at low temperatures T, is proportional to

1. $T^{2/3}$
2. $T^{3/2}$
3. T^2
4. $T^{1/2}$

69. For a one- dimensional monatomic lattice with lattice constant a the normal modes satisfy the relation

1. $\omega(q) = \omega\left(q + \frac{2\pi}{a}\right)$
2. $\omega(q) = \omega\left(q + \frac{\pi}{2a}\right)$
3. $\omega(q) = \omega\left(q + \frac{\pi}{a}\right)$
4. $\omega(q) = \omega\left(q + 2\pi a\right)$

70. Consider a gas of non-interacting electrons at $T=0$. If the electrons (of mass m) are replaced by neutrons (of mass M) keeping the density $n = N/V$ the same, the Fermi energy ε_F is changed by a factor

1. $\frac{M}{m}$.
2. $\left(\frac{M}{m}\right)^{2/3}$.
3. $\left(\frac{M}{m}\right)^{3/2}$.
4. $\frac{m}{M}$.

71. For a one- dimensional Debye solid, the lattice specific heat at low temperatures T will be proportional to

1. $T^{1/2}$.
2. T.
3. $T^{3/2}$.
4. T^2.

72. The dispersion relation for a certain type of excitation is given by $\omega = A k^a$, where A and $a > 0$ are constants. For these excitations, the group velocity is less than the phase velocity when

1. $a = 1$.
2. $a = \sqrt{2}$.
3. $a < 1$.
4. $a \geq 2$.

73. ^{10}Be in its first excited state has spin–parity 2^+. It gets de-excited to the ground state, which has spin parity 0, by γ-emission. The multipoles carried by γ are

1. $E2$.
2. $M2$.
3. $E2$, $M2$.
4. $E4$.

74. Two protons are placed at a distance of about 10^{-13} cm from each other. The ratio of the strength of strong and electromagnetic forces between them is roughly

1. 10.
2. 1.
3. 10^3.
4. 10^{-5}.

75. Which of the following is not an acceptable potential for the deuteron ($V_0 > 0$; k, $\mu > 0$)?

1. $V(r) = -V_0 e^{-\mu r}$;
2. $V(r) = -V_0$ for $r < R_0$
   $= 0$ for $r > R_0$
3. $V(r) = -\frac{1}{2} k r^2$
4. $V(r) = \frac{-V_0}{1 + e^{\mu r}}$

76. The total cross-section for $\mu^+ \mu^- \rightarrow e^+ e^-$ at very high values of the centre of mass energies, $\sqrt{s} >> m_e$, is expected to behave as

1. $\frac{e^2}{s^2}$.
2. $\frac{e^4}{s^2}$.
3. constant.
4. $\frac{e^4}{s}$.

77. Which of the following is true for β-decay of the neutron? The process

1. violates both parity and charge conjugation symmetry.
2. violates parity but conserves charge conjugation symmetry.
3. conserves parity but violates charge conjugation symmetry.
4. conserves both parity and charge conjugation symmetry.

78. The Coulomb repulsion term which contributes to the binding energy of a nucleus ${}^{A}X_{Z}$ is proportional to

1. Z.
2. Z^2.
3. $Z(Z-1)$.
4. It is independent of Z.

79. In the quark model, the state of π^+ is given by $|u\bar{d}>$. The states for π^- and π^0 are then given by

1. $|\bar{u}\,d\rangle; \frac{1}{\sqrt{2}}|u\bar{u} + d\bar{d}\rangle$.
2. $|\bar{u}\,d\rangle; \frac{1}{\sqrt{2}}|u\bar{u} - d\bar{d}\rangle$.
3. $|\bar{u}d\rangle; |u\bar{u}\rangle$.
4. $|\bar{u}d\rangle; |d\bar{d}\rangle$.

80. The neutral pion π^0 at rest decays into two photons. One of the photons is right circularly polarized. The other photon is

1. also right circularly polarized.
2. left circularly polarized.
3. unpolarized.
4. plane polarized.

81. A 100 MeV proton and a 100 MeV alpha particle are detected in the same detector. What is the ratio of energy loss per unit path length i.e. $\left(\frac{dE}{dx}\right)_p : \left(\frac{dE}{dx}\right)_\alpha$?

1. 1:1.
2. 1:2.
3. 1:4.
4. 1:16.

82. The number of ways in which 5 identical bosons can be distributed in 4 states is

1. $\frac{8!}{5!\,3!}$
2. $\frac{9!}{5!\,4!}$
3. $\frac{9!}{4!\,4!}$
4. $\frac{8!}{4!\,4!}$

83. An adiabat in the PV-plane is a curve of

1. constant temperature
2. constant entropy
3. constant pressure
4. constant volume

84. The standard deviation of the energy of a system in the canonical ensemble is equal to

1. $\sqrt{C_v}$
2. $k_B T^2 C_v$
3. $\sqrt{k_B T^2 C_v}$
4. $\sqrt{k_B T C_v}$

85. Blackbody radiation is enclosed inside a spherical cavity of radius r at a temperature T. What would be the temperature of the enclosure if the radius expands to $2r$ adiabatically ?

1. $T/2$
2. T
3. $T/\sqrt{2}$
4. $2T$

86. Which of the following is <u>not</u> a periodic function of θ ?

1. $\sin\theta + \pi\cos\theta$
2. $\sin(\pi\theta) + \cos(\pi\theta)$
3. $\sin\theta + \cos(\pi\theta)$
4. $\sin\theta + \cos(\theta + \pi)$

87. A given $(n \times n)$ nilpotent matrix A satisfies the equation $A^k = 0$ for $1 < k < n$. Therefore,

1. exactly k eigenvalues of A must be zero.
2. exactly $(n-k)$ eigenvalues of A must be zero.
3. every eigenvalue of A is zero.
4. A can have $(n-1)$ non-zero eigenvalues.

88. The Legendre polynomial $P_n(x)$, where $-1 \le x \le +1$

1. is singular at $x = \pm 1$
2. satisfies $\int_{-1}^{1} dx\, P_n^2(x) = 1$
3. satisfies $\int_{-1}^{1} dx\, P_n(x) = 0$ for $n \ge 1$
4. is always an even function of x

89. The residue of e^{2/z^2} at $z = 0$ is

1. 0
2. ∞
3. $2\pi i$
4. 2

90. The Newton - Raphson iteration formula for the square-root of the real number $A - 5$ is

1. $x_{n+1} = \dfrac{x_n^2 - A + 5}{2x_n}$
2. $x_{n+1} = \dfrac{x_n^2 + A - 5}{2x_n}$
3. $x_{n+1} = x_n - \dfrac{x_n}{\sqrt{A-5}}$
4. $x_{n+1} = x_n - \dfrac{1}{\sqrt{A-5}}$

91. The value of the integral $\int_0^\infty (4x^2-2)^2 e^{-x^2} dx$ is

1. $4\sqrt{\pi}$
2. $8\sqrt{\pi}$
3. 4π
4. 8π

92. If $\hat{A}$ and $\hat{B}$ are two unit vectors and $\theta \neq 0$ is the angle between them, then

1. $\sin\theta = \frac{1}{2}\left|\vec{A}+\vec{B}\right|$
2. $\sin\theta = \frac{1}{2}\left|\vec{A}-\vec{B}\right|$
3. $\sin\frac{\theta}{2} = \frac{1}{2}\left|\vec{A}-\vec{B}\right|$
4. $\sin\frac{\theta}{2} = \frac{1}{2}\left|\vec{A}+\vec{B}\right|$

93. The number of independent components of a symmetric and an antisymmetric tensor of rank 2 (in 3-dimensions) are, respectively,

1. 6, 6
2. 9, 3
3. 6, 3
4. 3, 6

94. The trapezoidal, Simpson's 1/3 and Simpson's 3/8 rules are exact for polynomials of order

1. 1, 2, 3 respectively
2. 1, 3, 3 respectively
3. 1, 3, 4 respectively
4. 2, 3, 4 respectively

95. For the Bessel equation, $x^2\frac{d^2y}{dx^2}+x\frac{dy}{dx}+(x^2-n^2)y=0$, where n is an integer, the maximum number of linearly independent solutions, well-defined at $x=0$ is

1. zero
2. one
3. two
4. three

96. Let E_1, E_2, E_3 be the first three energy levels of a hydrogen atom. Consider the ratio $(E_3-E_2)/(E_2-E_1)$. Neglecting the fine structure condition this ratio is approximately equal to

1. $\frac{27}{5}$
2. $\frac{1}{27}$
3. $\frac{27}{4}$
4. $\frac{5}{27}$

97. The rotational energy levels of a rigid diatomic molecules are given by $E_J = B_e J(J+1)$ where J is the rotational quantum number and B_e is a the constant. The rotational absorption spectrum of the molecules therefore consists of

1. one resonance line
2. lines that are equally spaced
3. lines where the spacing increases with frequency
4. lines where the spacing decreases with frequency

98. For an atom with two energy levels placed in a cavity containing blackbody radiation, the ratio of the probabilities for spontaneous emission and stimulated emission is given by

$\frac{A}{B}=\frac{8\pi h\nu^3}{c^3}$, where A and B are the corresponding Einstein coefficients and ν is the frequency of the photon emitted. The probability of spontaneous emission

1. is independent of the energy difference between the two levels.
2. increases with the energy difference between the two levels.
3. decreases with the energy difference between the two levels.
4. is zero.

99. Consider a parallel plate capacitor connected to an AC voltage source (as shown in Fig.1). *A conducting* slab is introduced in the space between the plates from above (as shown in fig.2).

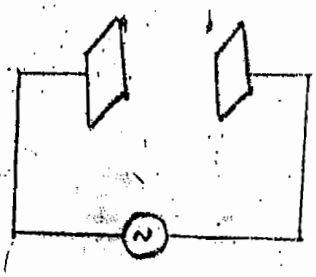


Fig. 1

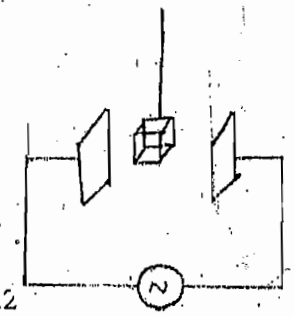


Fig.2

The capacitance of the parallel plate capacitor

1. goes to zero.
2. increases to a finite value.
3. decreases to a non-zero value.
4. becomes infinite.

100. The volume of a thermodynamic system increases irreversibly by an incremental amount δV. If P is the pressure, the work done *on* the system is

1. $\delta W = P\delta V$
2. $\delta W = -P\delta V$
3. $\delta W < -P\delta V$
4. $\delta W > -P\delta V$

101. Two localized non-interacting spin 1/2 magnetic ions of magnetic moment μ are placed in an external magnetic field H, at temperature T. If $k_B T >> \mu H$, then the entropy of the system is, to a good approximation

1. $S = k_B \ln 2$
2. $S = 2k_B \ln 2$
3. $S = 3k_B \ln 2$
4. $S = 4k_B \ln 2$

102. A thermodynamic system is classified as closed if it can

1. exchange energy with its surroundings , but not matter
2. exchange both energy and matter with its surroundings
3. exchange neither energy nor matter with its surroundings
4. exchange only matter, but not energy, with its surroundings

103. Consider an elastic string of length L under tension τ at temperature T. Let U and S be its internal energy and entropy, respectively. Then the conjugate pairs of thermodynamic variables are

1. (τ, T) and (L, S)
2. (L, τ) and (T, S)
3. (T, L) and (τ, U)
4. (L, S) and (T, U)

104. At 100°C, water vapour and liquid water coexist in thermodynamic equilibrium in a closed container. If μ and S represent the chemical potential and entropy respectively, then at the interface

1. $\mu_{\text{vapour}} = \mu_{\text{liquid}}$
2. $S_{\text{vapour}} = S_{\text{liquid}}$
3. $S_{\text{vapour}} < S_{\text{liquid}}$
4. $\mu_{\text{vapour}} > \mu_{\text{liquid}}$

105. A system in thermal equilibrium consists of subsystems A and B that interact only weakly with each other. If Z_A and Z_B are the canonical partition functions of A and B respectively, the partition function of the total system is given, to a good approximation, by

1. $Z_A + Z_B$
2. Z_A / Z_B
3. $Z_A - Z_B$
4. $Z_A Z_B$

106. Consider an infinite horizontal surface with fixed surface charge density σ, where $\hat{n}$ is the upward normal to the surface. If an electric field $\vec{E}_b = E\hat{n}$ is applied from below, the electric field $\vec{E}_a$ in the region above the surface is

1. $\vec{E}_a = \vec{E}_b - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{n}$
2. $\vec{E}_a = \vec{E}_b + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{n}$
3. $\vec{E}_a = \vec{E}_b - \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{n}$
4. $\vec{E}_a = \vec{E}_b + \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{n}$

107. A charged particle is travelling in the positive x-direction with a constant velocity. An observer located at a point P on the y-axis observes the electric field due to this charge. Let $\hat{e}$ (t) be the unit vector along the electric field at any time t, and $\hat{n}$ (t) the unit vector in the direction of the position vector of the charge with respect to the observer. Then

1. $\hat{e}(t)$ lags behind $\hat{n}(t)$
2. $\hat{e}(t)$ leads $\hat{n}(t)$
3. $\hat{e}(t)$ is always in the same direction as $\hat{n}(t)$
4. $\hat{e}(t)$ is always perpendicular to $\hat{n}(t)$

108. A current carrying loop lying in the plane of the paper is in the shape of an equilateral triangle of side a. It carries a current I in the clockwise sense. If $\hat{k}$ denotes the outward normal to the plane of the paper, the magnetic moment $\vec{m}$ due to the current loop is

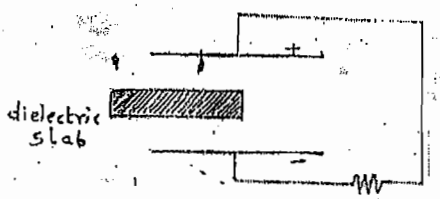
1. $\vec{m} = a^2 I \hat{k}$
2. $\vec{m} = -\frac{1}{2} a^2 I \hat{k}$
3. $\vec{m} = \frac{\sqrt{3}}{2} a^2 I \hat{k}$
4. $\vec{m} = -\frac{\sqrt{3}}{4} a^2 I \hat{k}$

109. Consider an infinite line charge with linear charge density λ. At a distance r from the line, the electrostatic potential has the form

1. $\frac{\lambda a}{4\pi\varepsilon_0 r}$
2. $\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0} \exp(-r/a)$
3. $\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0} \ln\left(\frac{r}{a}\right)$
4. $\frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0} \frac{r}{a}$

where a is a constant with dimension of length.

110. A thin dielectric slab is slowly introduced partially between the plates of a charged parallel plate capacitor, as shown in the figure.



Which of the following is true?

1. The slab is pushed out of the region between the capacitor plates.
2. The slab is sucked into the region between the capacitor plates.
3. The slab moves towards the positively charged plate.
4. The slab moves towards the negatively charged plate.

111. An electric point charge $+q$ is placed at the point $(1, 1)$ of the xy-plane in which two grounded semi-infinite conducting plates along the positive x and y-axes meet (see figure). The electric potential in the positive quadrant at a large distance r goes as

1. $V(r) \sim r^{-1}$
2. $V(r) \sim r^{-2}$
3. $V(r) \sim r^{-3}$
4. $V(r) \sim r^{-4}$

112. In a given frame of reference, it is found that the electric field $\vec{E}(\vec{r},t)$ and the magnetic field $\vec{B}(\vec{r},t)$ are perpendicular to each other at all points, *i.e.* $\vec{E}(\vec{r},t)\cdot\vec{B}(\vec{r},t)=0$. If the fields observed in any other inertial frame are $\vec{E}'$ and $\vec{B}'$, then

1. $\vec{E}' // \vec{B}'$ at all points.
2. $\vec{E}'\cdot\vec{B}' < 0$ at all points.
3. $\vec{E}'\cdot\vec{B}' > 0$ at all points.
4. $\vec{E}'\cdot\vec{B}' = 0$ at all points.

113. Consider the $(n \times n)$ matrix A with every element equal to unity. Which of the following statement is correct ?

1. The eigenvalues of A are all equal to unity.
2. All the eigenvalues of A are zero.
3. The largest eigenvalue of A is n.
4. A cannot be diagonalised by a similarity transformation.

114. The total energy E of a particle of mass m executing small oscillations about the origin along on the x-direction is given by

$$E=\frac{1}{2}mv^2+V_0\cosh\left(\frac{x}{L}\right),$$

where V_0 and L are positive constants. The time period T of oscillation is

1. $T=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{V_0}}$.
2. $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{m}}$.
3. $T=\pi L\sqrt{\frac{m}{E}}$.
4. $T=2\pi\sqrt{\frac{mL^2}{V_0}}$.

115. A canonical transformation in classical Hamiltonian dynamics

1. cannot be made if there is more than one degree of freedom,
2. leaves the canonical Poisson bracket relations unchanged.
3. can only be made for the cartesian components of the coordinates and momenta.
4. cannot be time-dependent.

116. The motion of a particle of mass m is described in a non-inertial frame of reference that is rotating with a uniform angular velocity $\vec{\omega}$. If $\vec{r}$ denotes the position of the particle in the non-inertial frame

1. the centrifugal force on the particle is $-m\omega^2\vec{r}$
2. the centrifugal force on the particle is $-m\vec{\omega}\times(\vec{\omega}\times\vec{r})$.
3. the Coriolis force on the particle is $-m\left(\vec{\omega}\times\frac{d\vec{r}}{dt}\right)$
4. the Coriolis force on the particle $-2m\omega^2\vec{r}$

117. The Lagrangian of a particle of mass m moving in a central potential $V(r)$ is

$$L=\frac{1}{2}m\left(\dot{r}^2+r^2\dot{\theta}^2+r^2\sin^2\theta\,\dot{\varphi}^2\right)-V(r)$$

1. θ is a cyclic coordinate.
2. $\dot{\theta}$ and φ are cyclic coordinates.
3. φ is a cyclic coordinate.
4. r is a cyclic coordinate

118. A relativistic particle of rest mass m_0 is moving with a speed v. The value of v at which its kinetic energy is equal to its rest energy is

1. $v = c/2$
2. $v = c/4$
3. $v = c/\sqrt{2}$
4. $v = 2\left(\sqrt{2}-1\right)c$

119. An asymmetric rigid body has three distinct principal moments of inertia, with $I_x < I_y < I_z$. If we consider rotation with uniform angular velocity about the x, y and z axes, respectively, then the motion is

1. stable about the y-axis, but not about the x and z axes.
2. stable about the x and y axes, but not about the z-axis.
3. stable about the y and z axes, but not about the x axis.
4. stable about the x and z axes, but not about the y-axis.

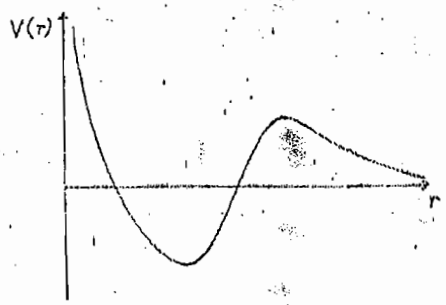
120. The constant acceleration due to gravity on the surface of a planet whose mass is twice the mass of Earth is found to be the same as the constant acceleration due to gravity on the surface of Earth. If R_e is the radius of Earth, then the radius of the planet must be

1. $2R_e$
2. $R_e/2$
3. $4R_e$
4. $\sqrt{2}\,R_e$

121. A particle of electric charge $+q$ and mass m is fired at a nucleus of charge $+Q$ and mass M in a Rutherford scattering experiment. In the center of mass frame,

1. the total energy, the total angular momentum and the total linear momentum are all conserved.
2. the total energy and the total angular momentum are conserved, but not the total linear momentum
3. the total energy is conserved, but not the total angular momentum and the total linear momentum
4. only the total electric charge is conserved, and no other quantity is conserved

122. A particle moves in the central potential $V(r)$ shown in the figure below



Which of the following statements is true?

1. Both a stable circular orbit and an unstable circular orbit are possible
2. Only a stable circular orbit is possible
3. Only an unstable circular orbit is possible
4. No circular orbit is possible

123. A particle of mass m is thrown upwards from the surface of the Earth with initial velocity components u_x and u_y along the horizontal and vertical directions respectively. The trajectory, therefore is given by $x(t) = u_x t$, $y(t) = u_y t - \frac{1}{2} g t^2$. The instant of time at which the acceleration and velocity vectors are perpendicular to each other is given by

1. u_x/g
2. $|u_x - u_y|/g$
3. $(u_x + u_y)/g$
4. u_y/g

124. The Lagrangian of a particle of mass m moving in two dimension is

$$L = \frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) - \frac{1}{2}k(x^2 + y^2)$$

If the particle has a finite angular momentum l about the origin, then we may conclude that it executes

1. oscillatory motion about the origin $r = 0$
2. periodic motion with a constant value of r
3. oscillatory motion along the x-axis
4. oscillatory motion along the y-axis

125. A particle moves in one dimension in a potential $V(x) = x^2/2 + x^3/3$, in suitable units. If E is the total energy of the particle, then the motion is

1. always bounded if $0 \le E \le \frac{1}{6}$
2. always unbounded if $0 \le E \le \frac{1}{6}$
3. always bounded if $E < 0$
4. bounded if $0 \le E \le \frac{1}{6}$ and the initial position satisfies $-1 < x(0) < \frac{1}{2}$

126. Let A and B be the Hermitian operators corresponding to two physical observables of a system, such that $[A, B] \neq 0$. We may conclude *in general* that

1. the uncertainty product is always $(\Delta A)(\Delta B) > \frac{h}{2}$.
2. the system can never be in a state in which $(\Delta A)(\Delta B) = 0$.
3. neither A nor B can have any eigenstates.
4. A and B *may* have one or more common eigenstate(s), but not a complete set of these.

127. The electronic configuration of the ground state of the Na atom $\overline{1s^2}S_{1/2}$. This implies that

1. $S = 2,\ L = 0,\ J = 2$
2. $S = 0,\ L = 1/2, J = 1/2$
3. $S = 1/2, L = 0, J = 1/2$
4. $S = 0,\ L = 2,\ J = 2$

128. The mirrors of a laser cavity are separated by a distance L. If T is the time taken by the light to travel from one mirror to the other and back, the mode separation is

1. $\frac{1}{T}$
2. $\frac{2}{T}$
3. $\frac{1}{2T}$
4. $\frac{1}{\sqrt{2}T}$

129. A semiconductor diode is employed for rectification of an alternating voltage of 10V and a current of 1A. The forward voltage on the diode, after the system has been in operation for several hours of power dissipation,

1. does not change
2. increases by ~ 100 mV
3. increases by ~1 mV
4. degreases by ~ 100 mV

130. The maximum efficiency of an ideal class B amplifier is

1. 87.5%
2. 50%
3. 68.5%
4. 78.5%

131. A free electron gas has DC electrical conductivity $\sigma_0 = \frac{ne^2\tau}{m}$ where n is the number density of carriers, e is the charge of the carriers, τ is the relaxation time and m is the effective mass of the carriers. Assuming that there is only one relaxation time, the AC conductivity at frequency ω is modeled by

1. $(1-i\omega\tau)\sigma_0$
2. $\frac{\sigma_0}{1+\omega^2\tau^2}$
3. $(1+i\omega\tau)\sigma_0$
4. $\frac{\sigma_0}{1-i\omega\tau}$

132. A proton and a neutron are both subject to a uniform magnetic field. Which of the following is true?

1. Both particles undergo Larmor precession because they have non-zero intrinsic magnetic moments.
2. The neutron does not precess because its intrinsic magnetic moment is zero
3. The proton does not precess because its intrinsic magnetic moment is zero.
4. Both the particles precess and the direction of the precession is the same for the two particles.

133. The Van der Waals equation of state for 1 mole of a gas is

$$\left(P+\frac{a}{V^2}\right)(V-b)=RT$$

where a and b are constants. If U is the internal energy of n moles of this gas, then $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ is

1. zero
2. $\frac{a}{\left(\frac{V}{n-b}\right)^2}$
3. $\left(\frac{a}{nV}\right)^2$
4. $\frac{a}{(V/n)^2}$

134. If in interior of a unit sphere we have $\vec{\nabla}.\vec{J}$ = a positive constant, where $\vec{J}$ is the current density then we may conclude that;

1. according to Gauss' theorem, the charge contained in the unit sphere is constant in time
2. according to Gauss' theorem, charge is flowing into the unit sphere
3. according to the continuity equation, the charge density within the unit sphere must necessarily be uniform
4. according to the continuity equation, the change density inside the unit sphere diminishes with time

135. Choose the correct statement from the following:

1. The magnetic field $\vec{B}$ is a vector and not a pseudovector.
2. $\vec{E}.\vec{B}$ is a scalar and not a pseudoscalar.
3. $\vec{E}\times\vec{B}$ is a pseudovector.
4. The magnetic vector potential $\vec{A}$ is a pseudovector.

136. Given any arbitrary electric and magnetic fields $\vec{E}(\vec{r},t)$ and $\vec{B}(\vec{r},t)$, it is always possible to choose the scalar potential $\phi(\vec{r},t)$ and vector potential $\vec{A}(\vec{r},t)$ such that

1. $\vec{A}(\vec{r},t)$ is identically zero.
2. $\phi(\vec{r},t)$ is identically zero.
3. $\left|\vec{A}(\vec{r},t)\right|$ is any given non-zero constant.
4. the conditions $\nabla.\vec{A}=0$ and $\frac{1}{c}\frac{\partial\phi}{\partial t}+\nabla.\vec{A}=0$ are simultaneously satisfied.

137. In a certain region R, Maxwell's equations for the electric and magnetic fields are given by

$$\nabla\cdot\vec{E}=0,\ \nabla\cdot\vec{B}=0,\ \nabla\times\vec{E}=-\frac{\partial\vec{B}}{\partial t},\ \nabla\times\vec{B}=\mu_0\varepsilon_0\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}.$$

We may conclude that:

1. Both the scalar and the vector potential are necessarily constant in the region R.
2. The electric field $\vec{E}$ and the magnetic field $\vec{B}$ must necessarily be uniform in R.
3. There are no sources for electric charges and currents in R.
4. The electric field $\vec{E}$ is necessarily perpendicular to the magnetic field $\vec{B}$ at every point in R.

138. The sum of

$$1-\frac{\pi^2}{2!\,4^2}+\frac{\pi^4}{4!\,4^4}-\frac{\pi^6}{6!\,4^6}+\cdots$$ is

1. not convergent
2. $\frac{\pi}{2}$
3. $\frac{\pi}{\sqrt{2}}$
4. $\frac{1}{\sqrt{2}}$

139. Consider the alpha-decay reaction

$Po_{84}^{210} \rightarrow Pb_{82}^{206} + He_2^4$

where atomic masses are

m(Po) = 210.0483 amu
m(Pb) = 206.0386 amu
m(He) = 4.0039 amu
1 amu = 931.141 MeV.

The kinetic energy of the alpha particle will be
1. 5.4 keV.
2. 2.7 keV.
3. 5.4 MeV.
4. 10.8 MeV

140. Consider the operators a and a^+, satisfying the commutation relation $[a, a^+] = I$, the unit operator. There are no normalisable eigenstates of the operator

1. $a^+ a$
2. a
3. a^+
4. $(a^+ a)^2$

PHYSICAL SCIENCES

PART A

1. The calculation of the probability of excitation of an atom originally in the ground state to an excited state, involves the contour integral

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\tau e^{i\omega t}}{(t^2+\tau^2)^2}\,dt$$

Evaluate the above integral.

2. Evaluate $\frac{d^2}{dx^2}|x|$ in terms of the Dirac δ-function.

3. Give the circuit diagram and explain how the photo diode operates in the (a) voltage mode and (b) current mode. What are the practical applications of photo diodes ?

4. An electric field that is constant with time is given in cylindrical polar coordinates by

$$\vec{E} = \begin{cases} k\rho\hat{\phi} & \text{for } 0 \le \rho \le R \\ k\frac{R^2}{\rho}\hat{\phi} & \text{for } \rho > R \end{cases}$$

Here ($\rho = \sqrt{x^2+y^2}$, ϕ, z) are the cylindrical polar coordinates.

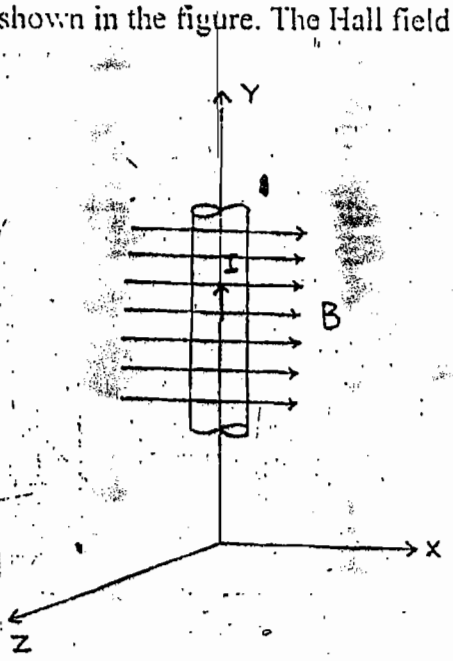
(a) Evaluate $\oint_C \vec{E}.d\vec{l}$ along $x^2+y^2=a^2$ for $a < R$ and for $a > R$. The contour C is taken in the counter clockwise direction.

(b) Can $\vec{E}$ be an electrostatic field?

(c) Show that there must be a magnetic field in this space of the form

$$\vec{B}(\vec{r},t) = \begin{cases} \vec{B}_0(\vec{r}) + \alpha t\hat{k} & \text{for } \rho \le R \\ \vec{B}_1(\vec{r}) & \text{for } \rho > R \end{cases}$$

99. A current carrying p-type semiconductor is subjected to magnetic induction B as shown in the figure. The Hall field is generated along :



$E_H = -\vec{v} \times \vec{B}$

1. positive z-axis
2. negative z-axis
3. at an angle of 45^0 in y-z plane
4. at an angle of 45^0 in x-z plane

100. एक धातु की छड़ AB कागज के तल से लम्बवत् बाहर आ रहे समान चुम्बकीय क्षेत्र में कोणीय वेग ω के साथ सिरे B के गिर्द कागज के तल में दक्षिणावर्ती घूर्णन करती है । सिरा B जिस पर छड़ घूर्णन करती है, होगा

1. सिरे A के संदर्भ में धनात्मक
2. सिरे A के संदर्भ में ऋणात्मक
3. छड़ के शेष भाग की तरह वही विभव युक्त
4. सिरे B की तरह वही विभव युक्त लेकिन छड़ का केन्द्र उच्च विभव पर होगा ।

100. A metal rod AB rotates clockwise in the plane of the paper about the end B with an angular velocity ω in a uniform magnetic field emerging out of the plane of the paper normally . The end B about which the rod rotates will be

1. Positive with respect to the end A
2. Negative with respect to the end A
3. having same potential as the remaining part of the rod.
4. having same potential as the end B, but the centre of the rod will be at higher potential.

2004 D

भाग - 'ख' / PART - B

31. गति V_1 से चलती हुई एक वैद्युतचुंबकीय तरंग x - z समतल के समांतर दो माध्यमों के अंतः पृष्ठ आपतित है।

आपतित तरंग का चुंबकीय क्षेत्र-वेक्टर

$$\vec{B}_I(x,t) = \hat{k}\frac{E_{OT}}{V_1} e^{i(k_1 x - wt)}$$

द्वारा प्रदान किया जाता है।

पारगत तरंग का चुंबकीय क्षेत्र वेक्टर $\vec{B}(x,t)$ है :

1. $\hat{k}\frac{E_{OT}}{V_2} e^{i(K_2 x - wt)}$
2. $-\hat{k}\frac{B_{OT}}{V_2} e^{i(K_2 x - wt)}$
3. $\hat{j}V_2 B_{OT} e^{i(k_2 x + wt)}$
4. $\hat{j}V_2 B_{OT} e^{i(k_2 x - wt)}$

31. An electromagnetic wave travelling with speed V_1 is incident on an interface of two media parallel to x-z plane. The magnetic field vector of the incident wave given by

$$\vec{B}_I(x,t) = \hat{k}\frac{E_{OT}}{V_1} e^{i(k_1 x - wt)}$$

The magnetic field vector $\vec{B}(x,t)$ of the transmitted wave is

1. $\hat{k}\frac{E_{OT}}{V_2} e^{i(K_2 x - wt)}$
2. $-\hat{k}\frac{B_{OT}}{V_2} e^{i(K_2 x - wt)}$
3. $\hat{j}V_2 B_{OT} e^{i(k_2 x + wt)}$
4. $\hat{j}V_2 B_{OT} e^{i(k_2 x - wt)}$

32. त्रिज्य दिशा में एक लंबे सीधे तार के लिए जिसकी त्रिज्या b और प्रतिरोध प्रति इकाई लंबाई R है धारा I ले जाता है, पायन्टिंग वेक्टर है:

1. $\frac{-RI^2}{2\pi b}\hat{r}$ (अंदर की ओर)
2. $\frac{RI^2}{2\pi b}\hat{r}$ (बाहर की ओर)
3. $\frac{bI}{2\pi R}\hat{r}$ (अंदर की ओर)
4. $\frac{2\pi I}{Rb}\hat{r}$ (अंदर की ओर)

32. Th
of
1.
2.
3.
4.

33. एक
है।
1.
2.
3.
4.

3. A c
unit
1.
2.
3.
4.

34. दिए
से वि

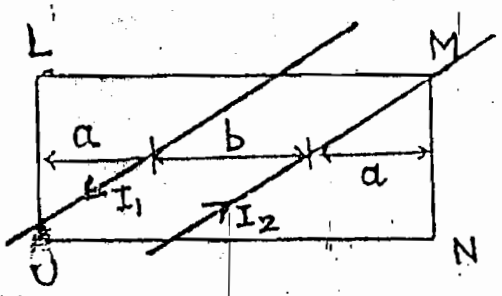
32. The poynting vector, in the radial direction, at the surface of a long straight wire, of radius b and resistance per unit length R, carrying a current I is

1. $\frac{-RI^2}{2\pi b}\hat{r}$ (inward)
2. $\frac{RI^2}{2\pi b}\hat{r}$ (outward)
3. $\frac{bI}{2\pi R}\hat{r}$ (inward)
4. $\frac{2\pi I}{Rb}\hat{r}$ (inward)

33. एक आवेग q कोणीय वेग ω के साथ एक समान चुंबकीय क्षेत्र B के समतल लंब में परिक्रमा कर रहा है। यदि क्षेत्र को घटाकर B/2 कर दिया जाए तो
1. रैखिक वेग दुगना हो जाएगा
2. रैखिक वेग आधा हो जाएगा
3. त्रिज्या आधी हो जाएगी
4. त्रिज्या दुगनी हो जाएगी।

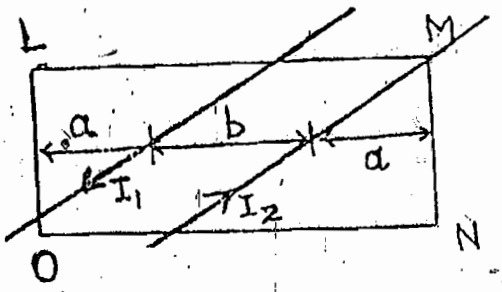
33. A charge q is revolving with angular velocity ω in a plane perpendicular to a uniform magnetic field B. If the field is reduced to B/2
1. the linear velocity is doubled
2. the linear velocity is halved
3. the radius is halved
4. the radius is doubled.

34. दिए गए चित्र में धारा I_1 और I_2 संलग्न करते हुए पथ LMNO के साथ $\oint \vec{B}.\vec{dl}$ का मान निम्न में से किसके द्वारा प्रदत्त किया जाता है



1. $\frac{l}{\mu_0}(I_1 - I_2)$
2. $\frac{\mu_0 a}{b}(I_1 - I_2)$
3. $\mu_0 \frac{b}{a}(I_1 - I_2)$
4. $\mu_0(I_1 - I_2)$

34. The value of $\oint \vec{B}.\vec{dl}$ along the path LMNO (in the given figure) enclosing currents I_1 and I_2 is given by



1. $\frac{L}{\mu_0}(I_1 - I_2)$
2. $\frac{\mu_0 a}{b}(I_1 - I_2)$
3. $\mu_0 \frac{b}{a}(I_1 - I_2)$
4. $\mu_0(I_1 - I_2)$

35. एक वैद्युत चुंबकीय तरंग एक पूर्णतः चालक सतह पर आपतित है। परावर्तित तरंग में :
1. $\vec{H}$ प्रावस्था में 180^0 विस्थापित होता है
2. $\vec{E}$ प्रावस्था में 180^0 विस्थापित होता है
3. $\vec{H}$ प्रावस्था में 90^0 विस्थापित होता है
4. $\vec{E}$ प्रावस्था में 90^0 विस्थापित होता है

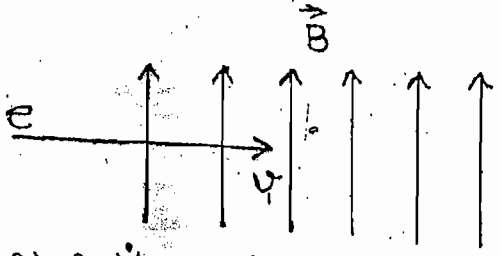
35. An electromagnetic wave is normally incident upon a perfectly conducting surface. In the reflected wave,
1. $\vec{H}$ is shifted 180^0 in phase.
2. $\vec{E}$ is shifted 180^0 in phase.
3. $\vec{H}$ is shifted 90^0 in phase.
4. $\vec{E}$ is shifted 90^0 in phase.

36. तरंग समीकरण को संतुष्ट करने हेतु वैक्टर विभव $\vec{A}$ के लिए निम्न में से कौन सी शर्त है:
1. $\vec{\nabla}.\vec{A} = 0$
2. $\vec{\nabla}.\vec{A} + \mu_0 \in_0 \frac{\partial \phi}{\partial t} = 0$
3. $\frac{\partial \vec{A}}{\partial t} + \mu_0 \in_0 \vec{\nabla}\phi = 0$
4. $\vec{A} + \vec{\nabla}\phi = 0$

36. The condition for a vector potential $\vec{A}$ to satisfy the wave equation is

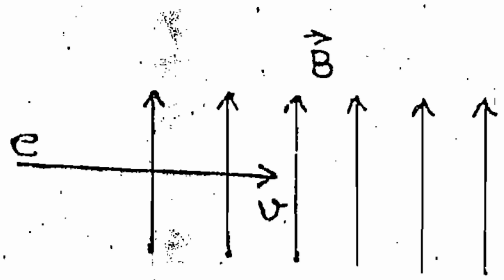
1. $\vec{\nabla}.\vec{A} = 0$
2. $\vec{\nabla}.\vec{A} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \phi}{\partial t} = 0$
3. $\frac{\partial \vec{A}}{\partial t} + \mu_0 \epsilon_0 \vec{\nabla}\phi = 0$
4. $\vec{A} + \vec{\nabla}\phi = 0$

37. इलेक्ट्रानों की एक धारा एक समान चुंबकीय क्षेत्र (B) जो ऊपर की ओर निर्देशित है, में बांये से दाहिनी ओर प्रवेश करती है जैसाकि निम्न चित्र में दर्शाया गया है। क्षेत्र इलेक्ट्रानों की धारा को विक्षेपित करता है :

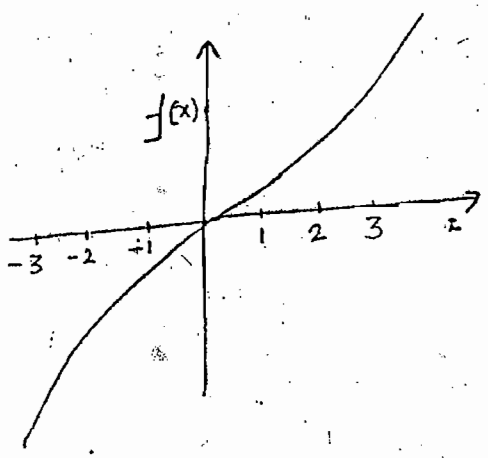


1. नीचे की ओर (कागज के तल पर)
2. ऊपर की ओर (कागज के तल पर)
3. कागज में अंदर की ओर
4. कागज में बाहर की ओर

37. A stream of electrons enters, from left to right, a uniform magnetic field (B) which is pointing upwards as shown in the figure. The field deflects the stream of electrons

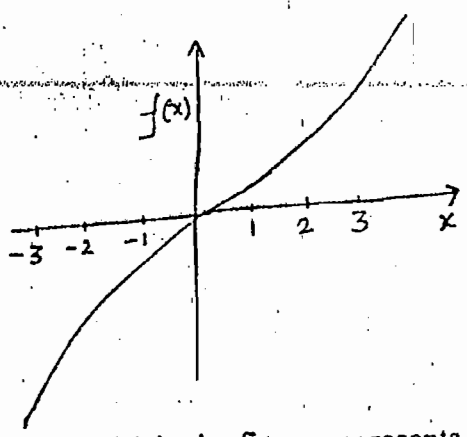


1. Downward (in the plane of the paper)
2. Upward (in the plane of the paper)
3. Into the paper
4. Out of the paper



38. उक्त चित्र में फलन f (x) दर्शाता है :

1. tan x
2. $\log_{10}(1+x)$
3. e^x
4. sin h x



38. The function f (x) in the figure represents

1. tan x
2. $\log_{10}(1+x)$
3. e^x
4. sin h x

39. यदि $(x-a)(x-b)^2 y''+2(x-a)y'+y=0$ तब $x=a$ और $x=b$ निम्न में से क्या हैं :
1. साधारण विंदु
2. नियमित विचित्र विंदु
3. क्रमशः नियमित और अनिवार्य विचित्र विंदु
4. क्रमशः अनिवार्य और नियमित विचित्र विंदु

39. If $(x-a)(x-b)^2 y''+2(x-a)y'+y=0$ then $x = a$ & $x = b$ are
1. ordinary points
2. regular singular points
3. regular and essential singular points respectively
4. essential and regular singular points respectively.

40. किसी फलन $f(x)$ के लिए $\lim_{\Delta\to 0}\frac{f(x+\Delta)+f(x-\Delta)-2f(x)}{\Delta^2}$ है :
1. $\frac{df}{dx}$
2. $\frac{d^2f}{dx^2}$
3. 0
4. ∞

40. For any functions $f(x)$ $\lim_{\Delta\to 0}\frac{f(x+\Delta)+f(x-\Delta)-2f(x)}{\Delta^2}$ is
1. $\frac{df}{dx}$
2. $\frac{d^2f}{dx^2}$
3. 0
4. ∞

41. $\oint_c \frac{e^z(z+3)}{z-2}dz$ जहां c उद्गम पर केन्द्र सहित एक इकाई वृत है :
1. $5e^2$
2. $\frac{5}{2\pi i}e^2$
3. 0
4. $10\pi ie^2$

41. $\oint_c \frac{e^z(z+3)}{z-2}dz$ where c is a unit circle with centre at origin is

1. $5e^2$
2. $\frac{5}{2\pi i}e^2$
3. 0
4. $10\pi i e^2$

42. यदि $f(z)=\frac{Z^2+a^2-2aZ}{(Z-a)^3(Z-b)}$, तब Z=a है

1. कोटि 1 का ध्रुव
2. कोटि 2 का ध्रुव
3. कोटि 3 का ध्रुव
4. अनिवार्य रूप से विचित्रता

42. If $f(z)=\frac{Z^2+a^2-2aZ}{(Z-a)^3(Z-b)}$, then z=a is

1. pole of order 1.
2. pole of order 2.
3. pole of order 3.
4. an essential singularity.

43. Tr (AB^2) है

1. TrA $(TrB)^2$
2. TrA +Tr$(B)^2$
3. Tr AB+TrB
4. TrA + 2TrB

43. Tr (AB^2) is

1. TrA $(TrB)^2$
2. TrA +Tr$(B)^2$
3. Tr AB +TrB
4. TrA + 2Tr

44. समाकल $\int_1^\infty x^{-2}dx$ है

1. 0
2. 1
3. 2
4. ∞

4. The integral $\int_{-1}^{+1} x^2 dx$ is

1. 0
2. 1
3. 2
4. ∞

5. यदि L(x) एक रैखिक अवकल प्रचालक है और $y_1(x)$, $y_2(x)$ दो स्वैच्छिक फलन हैं तब :

1. $L(x)(y_1+y_2) = Ly_1 + Ly_2$
2. $L(x)(y_1+y_2) = y_1Ly_2 + y_2Ly_1$
3. $L(x)(y_1y_2) = Ly_1 + Ly_2$
4. $L(x)(y_1 - y_2) = Ly_1 + Ly_2$

5. If L(x) is a linear differential operator and $y_1(x)$, $y_2(x)$ are two arbitrary functions, then

1. $L(x)(y_1+y_2) = Ly_1 + Ly_2$
2. $L(x)(y_1+y_2) = y_1Ly_2 + y_2Ly_1$
3. $L(x)(y_1y_2) = Ly_1 + Ly_2$
4. $L(x)(y_1 - y_2) = Ly_1 + Ly_2$

6. $3\hat{i}+4\hat{j}-5\hat{k}$ पर शशिश लंब है

1. $-2\hat{i}+4\hat{j}-2\hat{k}$
2. $2\hat{i}+4\hat{j}-2\hat{k}$
3. $2\hat{i}-4\hat{j}+2\hat{k}$
4. $2\hat{i}-4\hat{j}-2\hat{k}$

6. The vector perpendicular to $3\hat{i}+4\hat{j}-5\hat{k}$ is

1. $-2\hat{i}+4\hat{j}-2\hat{k}$
2. $2\hat{i}+4\hat{j}-2\hat{k}$
3. $2\hat{i}-4\hat{j}+2\hat{k}$
4. $2\hat{i}-4\hat{j}-2\hat{k}$

7. $\int_0^{2\pi} \sin mx \cos nx\, dx, (m \neq 0, n \neq 0)$ है

1. δ_{mn}
2. 2
3. $2mn\pi$
4. 0

47. $\int \sin mx \cos nx \, dx. (m \neq 0, n \neq 0)$ is

1. δ_{mn}
2. 2
3. $2mn\pi$
4. 0

48. x के 0 से उसमें 2π तक के फूरिए सीरीज प्रसार में cos x का गुणांक है

1. 0
2. 1
3. 2
4. 1/2

48. Coefficient of Cosx in the Fourier series expansion of x over 0 to 2π is

1. 0
2. 1
3. 2
4. ½

49. दिया गया है $f(x) = \frac{1}{1-x^2}, x < 1$, तब $f(x)$ के लिए सीरीज प्रसार है:

1. $1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \cdots$
2. $1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \cdots$
3. $1 + x + x^2 + x^3 + \cdots$
4. $1 + x^2 + x^4 + x^6 + \cdots$

49. Given $f(x) = \frac{1}{1-x^2}, x < 1$, the series expansion for f(x) is

1. $1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \cdots$
2. $1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \cdots$
3. $1 + x + x^2 + x^3 + \cdots$
4. ✓ $1 + x^2 + x^4 + x^6 + \cdots$

Binomial Series

$(1+x)^n = 1 + nx + \frac{n(n-1)}{2!}x^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{3!}x^3 + \cdots$

$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \cdots$

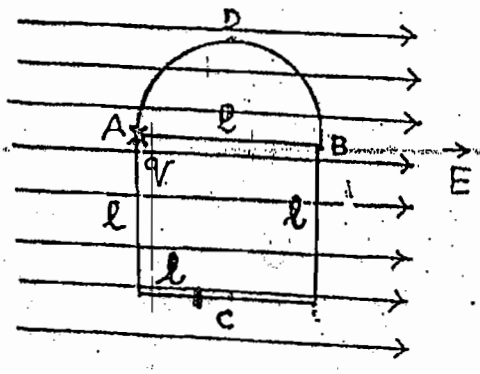
50. त्रिज्या R के एक तार में धारा I प्रवाहित हो रही है। तार के अंदर r(<R) की दूरी पर चुंबकीय प्रेरण B है :

1. R से स्वतंत्र
2. lnR के समानुपाती
3. r के समानुपाती
4. 1/r के समानुपाती

50. A wire of radius R carries a current I. The magnetic induction B, inside the wire, at a distance r(<R)

1. is independent of R
2. is proportional to ln R
3. is proportional to r
4. is proportional to 1/r

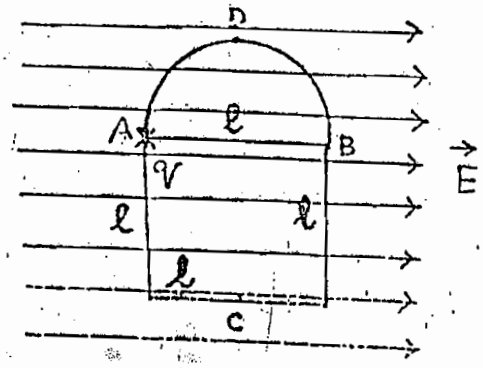
51. एक आवेश q को एक समान विद्युत क्षेत्र में बिंदु A से बिंदु B को दो पथों ACB और ADB, के अनुसार ले जाया जाता है :



इन दोनों पथों के बीच हुए कार्य में अंतर है :

1. $3qlE - (\pi/2)lqE$
2. 0
3. $\frac{1}{2}\pi lqE$
4. $3qlE$

51. A charge q is taken from point A to point B along two different paths ACB and ADB in an uniform electric field.



The difference in the work done between these two paths is

1. $3qlE - (\pi/2)lqE$
2. 0
3. $\frac{1}{2}\pi lqE$
4. $3qlE$

52. एक आवेशित संधारित्र r_1 और r_2 त्रिज्याओं के दो संकेन्द्री सिलिंडरों से बना हुआ है। सिलिंडरिकल प्लेटों के बीच के क्षेत्र को परावैद्युत स्थिरांक K के माध्यम से भरा जाता है। दूरी $(r_1<r<r_2)$ पर विस्थापन वेक्टर $(\vec{D})$ है :

1. r से स्वतंत्र है
2. lnr के साथ विचरण करता है
3. r के समानुपाती है
4. 1/r के अनुसार बदलता है

52. A charged capacitor is made of two concentric cylinders of radii r_1 and r_2. The region between the cylindrical plates is filled with a medium of dielectric constant, k. The displacement vector $(\vec{D})$ at a distance $r(r_1<r<r_2)$

1. is independent of r.
2. varies as ln r.
3. is proportional to r.
4. varies as 1/r.

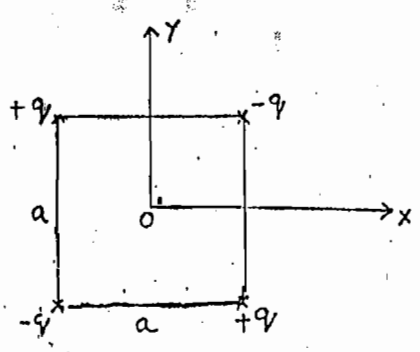
53. एक वैद्युत द्विध्रुव $\vec{P}$ एक समान वैद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ पर इस प्रकार स्थित है कि उसकी दिशा वैद्युत क्षेत्र के साथ है। इस द्विध्रुव को 180^0 कोण में घुमाने के लिए जितने कार्य की जरूरत होगी वह है :

1. $2\left(\vec{p} \cdot \vec{E}\right)$
2. $\vec{P} \cdot \vec{E}$
3. $\vec{P} \times \vec{E}$
4. $2\left(\vec{p} \times \vec{E}\right)$

53. An electric dipole $\vec{P}$ located in a uniform electric field with its direction along the electric field. $\vec{E}$ The work required to rotate the dipole through 180^0 is

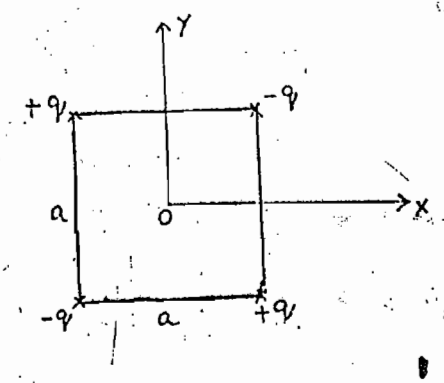
1. $2\left(\vec{p} \cdot \vec{E}\right)$
2. $\vec{P} \cdot \vec{E}$
3. $\vec{P} \times \vec{E}$
4. $2\left(\vec{p} \times \vec{E}\right)$

54 निम्न विन्यास के केन्द्र पर द्विध्रुव आघूर्ण है



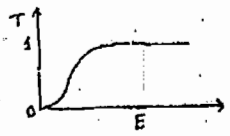
1. $4\,qa\left(\hat{i}+\hat{j}\right)$
2. $2\,qa\left(\hat{i}-\hat{j}\right)$
3. 0
4. $8\,qa^2\hat{k}$

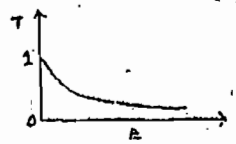
54. The Dipole moment of the following configuration about the centre

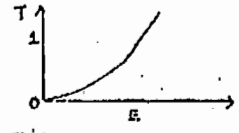


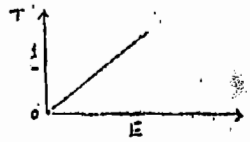
1. $4\ qa\left(\hat{i}+\hat{j}\right)$
2. $2\ qa\left(\hat{i}-\hat{j}\right)$
3. 0
4. $8\ qa^2\hat{k}$

55. परिगित ऊंचाई के संभाव्य अवरोध से टकराने वाले कणों की ऊर्जा E के पारेक्षण प्रायिकता से विचरण को निम्न में से कौन सा चित्र दर्शाता है :

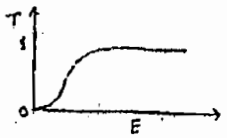
1. 

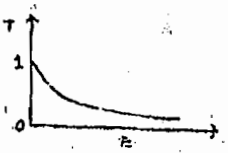
2. 

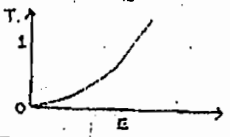
3. 

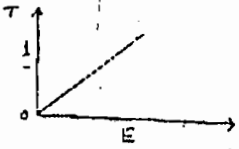
4. 

55. The variation of transmission probability with energy E, of the particles hitting a potential barrier of finite height, is represented as

1. 

2. 

3. 

4. 

56. एक समान चुंबकीय क्षेत्र में स्थित एक परमाणु की $l = 2$ अवस्था निम्न में से कितनें स्तरों में विभाजित होती है

1. 2
2. 3
3. 5
4. 7

56. The $l = 2$ state of an atom placed in a uniform magnetic field is split into the following number of levels :

1. 2
2. 3
3. 5
4. 7

57. संहति m और आवृति ω के एक विमीय सरल आवर्ती दोलक की मूलअवस्था में संवेग का प्रत्याशित मान है

1. $\frac{1}{\sqrt{2m\hbar\omega}}$
2. $\sqrt{2m\hbar\omega}$
3. 0
4. ∞

57. The expectation value of the momentum in the ground-state of one-dimensional harmonic oscillator of mass m and frequency ω is

1. $\frac{1}{\sqrt{2m\hbar\omega}}$
2. $\sqrt{2m\hbar\omega}$
3. 0
4. ∞

58. एक केन्द्रीय बल क्षेत्र के अंतर्गत प्रकीर्णन के लिए कुल तरंग फलन का प्रकीर्णन के बाद उपगामी स्वरूप होता है :

1. $\psi(r) = e^{ik.r} + e^{-ik.r}$
2. $\psi(r) = f(0)\frac{e^{-ik.r}}{r}$
3. $\psi(r) = e^{ik.r} + f(0)e^{ik.r}$
4. $\psi(r) = e^{ik.r} + f(0)\frac{e^{ik.r}}{r}$

58. For the scattering under a central force field, the asymptotic form of the total wave function after scattering is

1. $\psi(r) = e^{ik.r} + e^{-ik.r}$
2. $\psi(r) = f(0)\frac{e^{-ik.r}}{r}$
3. $\psi(r) = e^{ik.r} + f(0)e^{ik.r}$
4. $\psi(r) = e^{ik.r} + f(0)\frac{e^{ik.r}}{r}$

59. एक परमाण्विक स्तर की मूल अवस्था के लिए स्पेक्ट्रम दर्शी संकेत है $3\ {}^2S_{\frac{1}{2}}$ तब क्वांटम संख्याएँ n, l, j (क्रमशः कोणीय, कक्षीय और कोणीय संवेग को दर्शाने वाली क्वांटम संख्याएं) है

1. $2, 3, \frac{1}{2}$
2. $3, 0, \frac{1}{2}$
3. $\frac{1}{2}, 2, 3$
4. $0, \frac{1}{2}, 3$

59. The spectroscopic symbol for the ground state of an atomic level is, $3\ {}^2S_{\frac{1}{2}}$. The quantum numbers n, l, j (representing shell, orbital and total angular momentum quantum numbers respectively) are

1. $2, 3, \frac{1}{2}$
2. $3, 0, \frac{1}{2}$
3. $\frac{1}{2}, 2, 3$
4. $0, \frac{1}{2}, 3$

50. यदि हाइड्रोजन परमाणु की मूल अवस्था ऊर्जा E_0 है तब प्रथम उत्तेजित अवस्था की ऊर्जा होगी :

1. $0.5\ E_0$
2. $0.25\ E_0$
3. $2\ E_0$
4. $4\ E_0$

60. If the ground state energy of hydrogen atom is E_0, then energy of its first excited state is

1. $0.5\ E_0$
2. $0.25\ E_0$
3. $2\ E_0$
4. $4\ E_0$

61. यदि केन्द्रीय विभव में एक कण के लिए
—H और $\vec{L}$ क्रमशः हैमिल्टनी और कोणीय संवेग प्रचालक दर्शाते हैं तब निम्न में से कौन सा कथन सही है ?

1. $\left[\vec{L}^2, L_z\right] \neq 0$
2. $\left[L_x, L_y\right] = 0$
3. $\left[H, \vec{L}\right] \neq 0$
4. $\left[H, \vec{L}\right] = 0$

61. If H and $\vec{L}$ denote the Hamiltonian and angular momentum operator respectively, for a particle in a central potential, which of the following statement is correct?

1. $\left[\vec{L}^2, L_z\right] \neq 0$
2. $\left[L_x, L_y\right] = 0$
3. $\left[H, \vec{L}\right] \neq 0$
4. $\left[H, \vec{L}\right] = 0$

62. आवेश q संहति m के और विद्युतचुंबकीय क्षेत्र $(\phi, \vec{A})$ में गति करते हुए एक आवेशित कण का हैमिल्टनी है:

1. $\frac{1}{2m}\left(\vec{p}-\frac{q}{c}\vec{A}\right)^2+q\phi$
2. $\frac{1}{2m}\left(\vec{p}-\frac{q}{c}\vec{A}\right)^2-q\phi$
3. $\frac{1}{2m}\left(\vec{p}+\frac{q}{c}\vec{A}\right)^2-q\phi$
4. $\frac{\vec{p}^2}{2m}+q\phi$

62. The Hamiltonian of a charge particle of charge q , mass m, moving in an electromagnetic field $(\phi, \vec{A})$ is given by

1. $\frac{1}{2m}\left(\vec{p}-\frac{q}{c}\vec{A}\right)^2+q\phi$
2. $\frac{1}{2m}\left(\vec{p}-\frac{q}{c}\vec{A}\right)^2-q\phi$
3. $\frac{1}{2m}\left(\vec{p}+\frac{q}{c}\vec{A}\right)^2-q\phi$
4. $\frac{\vec{p}^2}{2m}+q\phi$

63. एक केन्द्रीय क्षेत्र में गति कर रहे एक कण की लंग्राजी

$$L=\frac{1}{2}m\left(\dot{r}^2+r^2\dot{\phi}^2\right)-U(r)$$

है। निम्न में से कौन स्थिरांक हैं :

1. त्रिज्यी संवेग
2. स्थितिज ऊर्जा
3. दिगंशी संवेग
4. त्रिज्यी और दिगंशी संवेग

63. The Lagrangian of a particle moving in a central field is given by

$$L=\frac{1}{2}m\left(\dot{r}^2+r^2\dot{\phi}^2\right)-U(r)$$

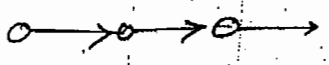
Which of the following is/are constant ?

1. radial momentum
2. potential energy
3. azimuthal momentum
4. radial and azimuthal momentum

64. एक रैखिक त्रिपरमाणुक अणु के मुक्त कंपन में केन्द्रीय परमाणु निम्न में से किसके लिए दोलनीय गति में भाग लेता है :

1. सब तीनों मोडों के लिए
2. दो मोडों के लिए
3. केवल एक मोड के लिए
4. किसी के लिए भी भाग नहीं लेता

mode ① ⇒ all the 3 oscillates with same frequency amplitude & phase



64. In the free vibration of a linear triatomic molecule, the central atom takes part in the oscillatory motion for

1. all three modes
2. two modes
3. one mode only
4. does not take part at all

mode ② ⇒ the central atom do not have part and the other two oscillate with same frequency & amplitude but opposite direction

65. संहति M का एक कण विश्राम अवस्था में दो समरूप भागों में टूट जाता है और हर भाग v गति से चलता है। तब निम्न में से कौन सी मात्राएँ संरक्षित नहीं होती।

1. ऊर्जा
2. संवेग
3. संहति
4. कोणीय संवेग

mode ③ → ends atoms oscillate with same freq, same amplitude but the central atom with different value.

65. A particle of mass M at rest breaks up into two identical parts each moving with speed v. Which of the following quantities is not conserved ?

1. energy
2. momentum
3. mass
4. angular momentum

66. एक मीटर दंड धनात्मक x अक्ष के साथ वेग 0.6C से चल रहा है। एक अचल प्रेक्षक द्वारा मापी जाने वाली उसकी लंबाई, मीटरों में होगी

1. 0.6
2. 0.8
3. 1.0
4. 1.2

66. A meter rod is moving along the positive x axis with velocity 0.6C. Its length as measured by a stationary observer in meters, is

1. 0.6
2. 0.8
3. 1.0
4. 1.2

$L = L_0\sqrt{1-v^2/c^2}$

$= 1 \times \sqrt{1-0.6\times0.6}$

$= 0.8$

1.0
0.6
0.64

19.

67. एक अणु के कंपन के प्रसामान्य तरीके में सब परमाणु चलते हैं :
1. उसी आवृति से
2. उसी आयाम से
3. उसी दिशा में
4. एक दूसरे के विपरीत

67. In a normal mode of vibration of a molecule, all atoms move
1. with the same frequency
2. with the same amplitude
3. in the same direction
4. opposite to each other

68. एक रदरफर्ड प्रकीर्णन प्रयोग में एक प्रोजेक्टाइल कण का आवेश यदि Q है तब प्रकीर्णन अनुप्रस्थ काट निम्न में से किस की समानुपाती होगी :
1. Q
2. Q^2
3. Q^3
4. Q से स्वतंत्र

$\sigma(\theta) \propto c^2$ $\quad c = \frac{z_1 e \, z_2 e}{4\pi\epsilon_0}$

68. If Q is the charge of the projectile particle in a Rutherfold scattering experiment, the scattering cross section is proportional to
1. Q
2. Q^2
3. Q^3
4. independent of Q

$(z_1 e) \rightarrow$ nucleus
$(z_2 e) \rightarrow$ particle.

69. संहति m का एक कण एक केन्द्रीय विभव $V(r)=Kr^3$ में त्रिज्या 'a' के एक वृत्त में गति कर रहा है। उसकी गतिज ऊर्जा है :
1. $3\frac{Km\,a^3}{2}$
2. $\frac{Km\,a^3}{2}$
3. $\frac{3Km\,a^2}{2}$
4. $\frac{Km\,a^2}{2}$

$V(r) = Kr^3 m$

$\vec{F} = -\vec{\nabla} V(r)$
$= -3Kr^2 m$

$F = \frac{mv^2}{r} = 3Kr^2 m$
$\Rightarrow mv^2 = 3Kr^3 m$
$\Rightarrow \frac{1}{2} mv^2 = \frac{3mKr^3}{2}$

Dimension
$V = \omega r$
$= \frac{2\pi}{T} r$
$T = \frac{2\pi r}{V}$
$= \frac{2\pi r}{\sqrt{3Kr^3}}$

$V^2 = 3Kr^3$

69. A particle of mass m moves in a central potential $V(r)=Kr^3$ in a circle of radius 'a'. Its kinetic energy is:

1. $3\frac{Km\,a^3}{2}$
2. $\frac{Km\,a^3}{2}$
3. $\frac{3Km\,a^2}{2}$
4. $\frac{Km\,a^2}{2}$

70. एक समतल में गति कर रहे एक कण की हैमल्टनी $H=\frac{\vec{p}^2}{2m}+\frac{1}{2}m\omega^2 r^2\sin^2\theta$ द्वारा प्रदान की जाती है जहां m संहति है, $\vec{p}$ संवेग, ω स्थिरांक, और (r,θ) त्रिज्य और ध्रुवीय निर्देशांक। निम्न में से कौन सी मात्रा /मात्राएं संरक्षित होंगी।

1. ऊर्जा
2. कोणीय संवेग
3. ऊर्जा और कोणीय संवेग
4. ऊर्जा और रैखिक संवेग

70. The Hamiltonian of a particle moving in a plane is given by

$$H=\frac{\vec{p}^2}{2m}+\frac{1}{2}m\omega^2 r^2\sin^2\theta$$

where m is the mass, $\vec{p}$ the momentum, ω a constant, and $(r\,\theta)$ the radial and polar coordinates. The following quantity/quantities will be conserved

1. energy
2. angular momentum
3. energy and angular momentum
4. energy and linear momentum

71. एक त्रिपरमाण्विक अणु के लघु दोलनों पर विचार कीजिए। निम्न में से कौन सत्य है ?

1. शून्य आवृति का कोई भी मोड़ नहीं हो सकता है।
2. शून्य आवृति का कोई मोड़ नहीं भी हो सकता है।
3. शून्य आवृति का एक मोड़ अवश्य होना चाहिए।
4. काल्पनिक आवृति का मोड़ अवश्य होना चाहिए।

71. Consider small oscillations of a triatomic molecule. Which of the following is true ?

1. There **cannot** be any mode of zero frequency.
2. There may **not** be any mode of zero frequency.
3. There **must be** mode of zero frequency.
4. There **must be** a mode of imaginary frequency.

72. कणों का एक निकाय में बोस–आइंस्टीन संघनन होता है यदि सब कणों
1. की विश्राम अवस्था संहति शून्य और स्पिन शून्य होता है
2. में अर्द्ध–पूर्णांक स्पिन होता है
3. की संहति और स्पिन शून्य होती है
4. मुक्त इलेक्ट्रान होते हैं।

72. A system of particles can undergo a Bose Einstein condensation if all particles
1. have zero rest mass and zero spin
2. have half-integer spins
3. have mass and spin zero
4. are free electrons

73. एक कण जिसकी स्पिन $\frac{1}{2}$ और चुंबकीय आघूर्ण μ है एक चुंबकीय क्षेत्र B में स्थित है। उसका विभाजन फलन निम्न में से कौन होगा :
1. $2 \tan h\ \mu B / kT$
2. $2 \cos h\ \frac{\mu B}{kT}$
3. $2 \sin h\ \frac{\mu B}{kT}$
4. $e^{\frac{\mu B}{KT}}$

73. A particle of spin $\frac{1}{2}$ and magnetic moment μ is in a magnetic field B. Its partition function is
1. $2 \tan h\ \mu B / kT$
2. $2 \cos h\ \frac{\mu B}{kT}$
3. $2 \sin h\ \frac{\mu B}{kT}$
4. $e^{\frac{\mu B}{KT}}$

74. सूक्ष्म विहित समुदाय वैधिकता में एक निकाय की एंट्रापी
1. सूक्ष्म अवस्थाओं की संख्या से स्वतंत्र होती है,
2. सूक्ष्म अवस्थाओं की संख्या की सीधी समानुपाती होती है
3. सूक्ष्म अवस्थाओं की संख्या की व्युत्क्रमानुपाती होती है
4. सूक्ष्म अवस्थाओं की संख्या में वृद्धि के साथ लघुगणकीय रूप से वृद्धि करती है

74. The entropy of a system in the microcanonical ensemble formalism
1. is independent of the number of microstates
2. is directly proportional to the number of microstates
3. is inversely proportional to the number of microstates
4. increases logarithmically with increase in number of microstates.

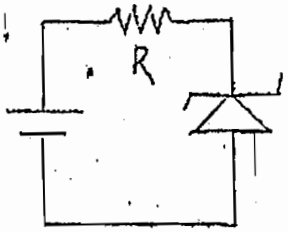
75. निम्न में से कौन अविस्तारात्मक मात्रा है
1. एंट्रापी
2. मुक्त ऊर्जा
3. आंतरिक ऊर्जा
4. दाब

75. Which of the following is an intensive quantity ?
1. entropy
2. free energy
3. internal energy
4. pressure

76. 1 MeV गामा किरणों के लिए एक Ge (Li) डिटेक्टर हेतु ऊर्जा वियोजन है :
1. 200 keV
2. 20 keV
3. 2 keV
4. 0.2 keV

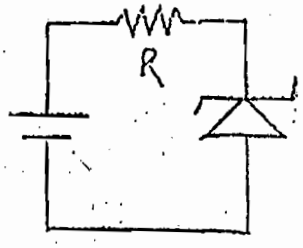
76. Energy resolution for a Ge(Li) detector for 1 MeV gamma rays is approximately
1. 200 keV
2. 20 keV
3. 2 keV
4. 0.2 keV

77. निम्न नियोजन परिपथ में जेनर डायोड का शक्ति सीमांक 100 mw है और जेनर भंजन वोल्टता 10 वोल्ट। यदि निवेश दिष्टाई वोल्टता 15 V dc हो तब प्रतिरोध R का न्यूनतम मान, ओह्म में निम्न में से क्या होना चाहिए ?



1. 100
2. 150
3. 250
4. 500

77. The Zener diode in the following circuit has a power rating of 100 mw and the Zener break down voltage is 10 Volt. If the input supply voltage is 15 V dc , the minimum value of resistance R, in ohms, should be



1. 100
2. 150
3. 250
4. 500

78. एक $3\frac{1}{2}$ अंक A to D कन्वर्टर में पढ़ी जा सकने वाली न्यूनतम वोल्टता है 10mV. इस कन्वर्टर द्वारा पढ़ी जा सकने वाली अधिकतम वोल्टता निम्न में से कौन सी होगी :

1. 1.99 वोल्ट
2. 9.99 वोल्ट
3. 19.99 वोल्ट
4. 99.99 वोल्ट

78. The minimum voltage that can be read in a $3\frac{1}{2}$ digit A to D converter is 10 mV. The maximum voltage that can be read by this converter will be

1. 1.99 volt
2. 9.99 volt
3. 19.99 volt
4. 99.99 volt

79. निम्न में से किस लॉजिक फॅमिली की गति अधिकतम है

1. DTL
2. TTL
3. CMOS
4. ECL

79. Which one of the following logic families has the highest speed.

1. DTL
2. TTL
3. CMOS
4. ECL

80. गामा किरणों का कामप्टन विस्थापन का आसानी से प्रेक्षण किया जा सकता है क्योंकि गामा किरणें हैं :
1. प्रकृति में वैद्युतचुंबकीय
2. उनकी तरंगदैर्ध्य बहुत कम होती है
3. उनकी द्रव्यमान नहीं होता
4. पदार्थ के साथ प्रबलता से अंत:क्रिया करती हैं

80. The Compton shift of gamma rays is easily observed because gamma rays
1. are electromagnetic in nature
2. have very small wavelength
3. carry no mass
4. strongly interact with matter

81. एक पतला कागज भी आपकी, निम्न में से किसे रक्षा करने के लिए पर्याप्त है :
1. अल्फा कण
2. बीटा कण
3. गामा विकिरण
4. एक्स किरण

81. A thin paper is sufficient to protect you from
1. alpha particles
2. beta particles
3. gamma radiation
4. x-rays

82. सरफेस–बैरियर डिटेक्टर निम्न में से किसके सदृश्य है :
1. p - n -p ट्रांजिस्टर
2. n -p -n ट्रांजिस्टर
3. p - n डायोड
4. p -i -n ट्रांजिस्टर

82. A surface-barrier detector is like a
1. p - n - p transistor
2. n - p - n transistor
3. p - n doide
4. p - i -n transistor

83. एक G-M डिटेक्टर के स्पंद (अथवा संकेत) की प्रकृति है
1. धनात्मक और वर्ग
2. ऋणात्मक और वर्ग
3. ऋणात्मक और चरघातांकी
4. धनात्मक और चरघातांकी

83. The nature of a pulse (or, signal) from a G - M detector is
1. positive and square
2. negative and square
3. negative and exponential
4. positive and exponential

84. उड़ान विधि के समय में न्यूट्रॉन द्वारा एक निश्चित दूरी तय करने में लगे समय को मापा जाता है। इस विधि का उपयोग निम्न में से किसके आकलन के लिए किया जाता है

1. न्यूट्रॉनों के द्रव्यमान
2. न्यूट्रॉनों के चुंबकीय आघूर्ण
3. न्यूट्रॉनों की जीवन अवधि
4. न्यूट्रॉनों की ऊर्जा

84. In the time of flight method, the time taken by a bunch of neutrons to traverse a fixed distance is measured. This method is used to estimate

1. the mass of the neutrons
2. the magnetic moment of the neutrons
3. the lifetime of the neutrons
4. the energy of the neutrons

85. एक रोटरी पंप के संदेश प्रवाह Q की परिभाषा निम्न में से किसके रूप में दी जाती है :

1. गैस का वह आयतन जो इकाई समय में एक निकाय में से पंप द्वारा हटाया जाता है।
2. पंपिंग गति और पंप के निवेश पर मौजूद दाब का गुणनफल
3. पंपिंग गति और पंप के निवेश पर मौजूद दाब का अनुपात
4. गैस का वह आयतन जो पंप द्वारा किसी निकाय में से एक घंटे में हटाया जाता है।

85. The throughput Q of a rotary pump is defined as

1. the volume of gas per unit time removed by the pump from the system.
2. product of pumping speed and the pressure existing at the inlet to the pump.
3. ratio of pumping speed and the pressure existing at the inlet to the pump
4. the volume of the gas removed by the pump from the system in one hour.

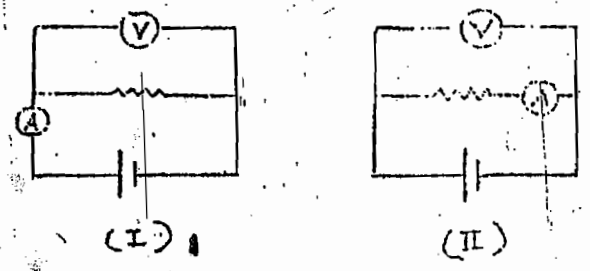
86. निम्न में से किस निर्वात पंप को सहायक निर्वातक पंप की जरूरत नहीं होती

1. रूट का पंप
2. डिफ्यूजन पंप
3. आयन पंप
4. रोटरी पंप

86. Which one of the following vacuum pumps does not require a backing pump?

1. Root's pump
2. Diffusion pump
3. Ion pump
4. Rotary pump

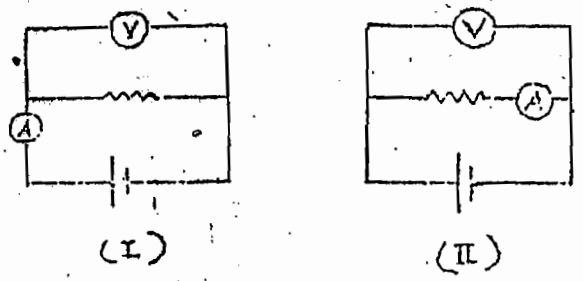
87. आरेखाम में दर्शाए गए परिपथों (I) और (II) का उपयोग प्रतिरोध मापने के लिए किया जाता है। परिशुद्ध मापन के लिए परिपथ को निम्न में से कौन-सा करना चाहिए :



(I) (II)

1. परिपथ (I) उच्च और निम्न, दोनों, प्रतिरोधों के लिए इस्तेमाल किया जाना चाहिए।
2. परिपथ (II) को उच्च और निम्न, दोनों प्रतिरोधों के लिए इस्तेमाल किया जाना चाहिए।
3. परिपथ (I) को उच्च प्रतिरोध और (II) को निम्न प्रतिरोध के लिए इस्तेमाल किया जाना चाहिए।
4. परिपथ (I) को निम्न प्रतिरोध के लिए परिपथ (II) को उच्च प्रतिरोध के लिए इस्तेमाल किया जाना चाहिए।

87. The circuits (I) and (II) shown in the diagram are used for the measurement of resistance. For accurate measurements, circuit



(I) (II)

1. (I) should be used for both high and low resistances.
2. (II) should be used for both high and low resistances
3. (I) should be used for high and (II) for low resistances
4. (I) should be used for low and (II) for high resistances.

88. राशि m और आवृत्ति ω वाले एक विमीय सरल आवृत्ति दोलक का हैमिल्टनी है :

1. $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}-\frac{1}{2}m\omega^2x^2$

2. $\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}-\frac{1}{2}m\omega^2x^2$

3. $\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}+\frac{1}{2}m\omega^2x^2$

4. $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}+\frac{1}{2}m\omega^2x^2$

90. The Hamiltonian H for a one-dimensional harmonic oscillator of mass m and frequency is ω given by

1. $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}-\frac{1}{2}m\omega^2x^2$

2. $\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}-\frac{1}{2}m\omega^2x^2$

3. $\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}+\frac{1}{2}m\omega^2x^2$

4. $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}+\frac{1}{2}m\omega^2x^2$

91. दो इलेक्ट्रान, जो क्रमशः 0.8c और 0.6c की गतियों के साथ चल रहे हैं, की द ब्रोगली तरंग दैर्ध्यों का अनुपात है

1. ½
2. ¾
3. 1
4. 4/3

91. The ratio of the de Brogile wave lengths of two electrons moving with speeds of 0.8c and .06c respectively is.

92.
1. ½
2. ¾
3. 1
4. 4/3

लंबाई L के एक विमीय बाक्स में परिरुद्ध एक कण का अप्रसामान्यीकृत भूल अवस्था तरंग फलन निम्न में से कौन है :

1. $A\,Sin\left(\frac{2\pi x}{L}\right)$
2. $A\,Sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$
3. $A\,Sin\left(\frac{L}{\pi x}\right)$
4. $A\,Sin\left(\frac{L}{2\pi x}\right)$

90. The unnormalized ground state wave function of a particle confined to a one dimensional box of length L is

1. $A \sin\left(\frac{2\pi x}{L}\right)$
2. $A \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$
3. $A \sin\left(\frac{L}{\pi x}\right)$
4. $A \sin\left(\frac{L}{2\pi x}\right)$

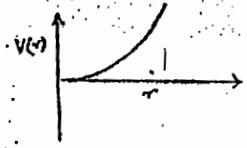
91. एक परमाण्विक इलेक्ट्रान $R(r) = A\,[\,27 - 18r + 2r^2\,]\,e^{-r/3}$ के लिए तरंग फलन के मोड़ों की संख्या है :

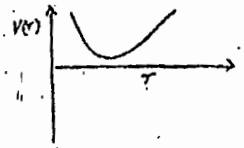
1. 0
2. 1
3. 2
4. 3

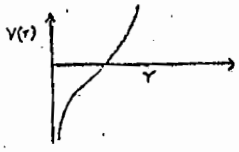
91. The number of nodes of the radial wave function for an atomic electron, $R(r) = A\,[\,27 - 18r + 2r^2\,]\,e^{-r/3}$ is

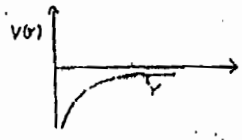
1. 0
2. 1
3. 2
4. 3

92. निम्न में से कौन सा चित्र विभव $V(r) = -\frac{A}{r} + Br^2$ दर्शाता है

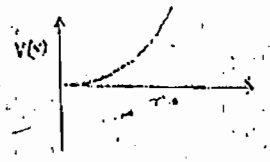
1. 

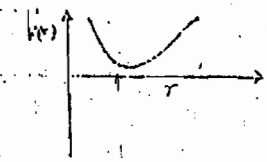
2. 

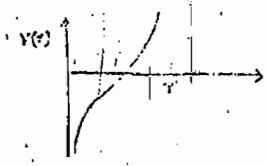
3. 

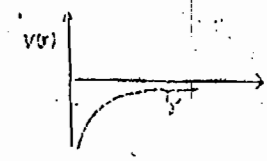
4. 

92. Which of the following figures represent the potential $V(r) = -\frac{A}{r} + Br^2$

1. 

2. 

3. 

4. 

93. पानी के त्रिक बिंदु पर निम्न में से कौन सा कथन सत्य है:
1. सभी तीनों पानी और भाप के घनत्व बराबर होते हैं
2. सभी तीनों पानी और भाप की एंथाल्पी बराबर होती है
3. सभी तीनों पानी और भाप के रासायनिक विभव बराबर होते हैं
4. सभी तीनों पानी और भाप की एंट्रापी बराबर होती है

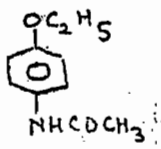
93. Which one of the following statements is true at the triple point of water?
1. Densities of ice, water, and vapour are equal
2. Enthalpy of ice, water, and vapour are equal
3. Chemical potentials of ice, water, and vapour are equal
4. Entropies of ice, water, and vapour are equal

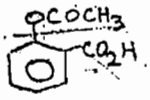
94. फर्मी डिराक वितरण फलन

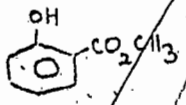
$$f_{FD}(\epsilon) = \frac{1}{e^{(\epsilon-\epsilon_F)/kT} + 1}$$

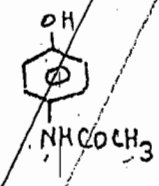
जहां प्रचलित चिन्ह जाता है जहां ϵ_F फर्मी ऊर्जा है।
$\epsilon = \epsilon_F$ के लिए $T = 0$ पर $f_{FD}(\epsilon)$ का मान है
1. 0
2. 1
3. ∞
4. 1/2

28. The structure of acetyl salicylic acid, commonly known as aspirin is

(1) 

(2) 

(3) 

(4) 

29. फोटोग्राफी की फिल्म सेल्यूलाइड की बनी होती है। इस पर निम्न में से किस कोलाइडी घोल की समान पर्त चढ़ी होती है

1. सिलवर ब्रोमाइड
2. कैलशियम क्लोराइड
3. बेरियम क्लोराइड
4. लैड ब्रोमाइड

29. Photographic film is made from celluloid uniformly coated with a colloidal solution of

1. Silver bromide
2. Calcium chloride
3. Barium chloride
4. Lead bromide

30. ईंधन में निम्न में से किस के मिलाने से पेट्रोल की दक्षता और ऐन्टिनाक गुणता उन्नत हो जाती है।

1. n- आक्टेन
2. आइसो–आक्टेन
3. n- हेप्टेन
4. डीज़ल

30. The efficiency and anti-knock properties of petrol is improved by adding which of the following to the fuel ?

1. n-octane
2. iso-octane
3. n-heptane
4. diesel

2005 J

भाग- ख/ PART-B

31. एक कार्नो इंजन का उपयोग परम ताप पैमाने को परिभाषित करने के लिए किया जा सकता है। ऐसा कार्नो इंजन के निम्न में से किस गुण के फलस्वरूप संभव होता है :
1. उसमें रुद्धोष्म तथा समतापी दोनों प्रक्रम निहित हैं
2. वह एक चक्रीय प्रक्रम है
3. दो प्रदत्त तापों के बीच काम करने वाला वह सर्वाधिक दक्ष इंजन है
4. वह ऊर्जा का संरक्षण करता है।

31. A carnot engine can be used to define an absolute temperature scale. This is made possible by the following property of the carnot engine
1. It involves an adiabatic as well as an isothermal process.
2. It is a cyclic process.
3. It is the most efficient engine operating between two given temperatures.
4. It conserves energy

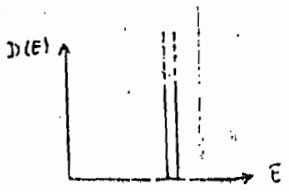
32. एक अपभ्रष्ट इलेक्ट्रान गैस निम्न में से किस गुण के फलस्वरूप अभिलक्षणित होती है
1. प्रत्येक ऊर्जा स्तर का बहुत बड़ा अध्यावास होता है
2. प्रत्येक ऊर्जा स्तर का केवल एक अध्यावास होता है
3. उच्च घनत्व और निम्न ताप
4. निम्न घनत्व और उच्च ताप

32. A degenerate electron gas is characterised by the following property :
1. each energy level has a very large occupancy
2. each energy level has only a single occupancy
3. high density and low temperature
4. low density and high temperature

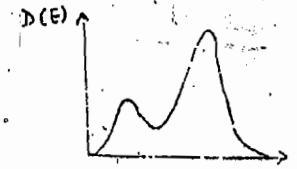
33. कृष्णिका विकिरण हेतु
1. फोटोन गैस का ताप उसके पात्र के ताप की अपेक्षा कम होता है
2. फोटोन गैस का ताप उसके पात्र के ताप की अपेक्षा अधिक होता है।
3. विद्युत चुंबकीय विकिरण विकिरण का ताप एक निरर्थक संधारण है।
4. पात्र में फोटानों की कुल संख्या स्थिर नहीं रहती।

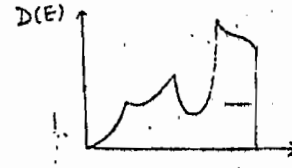
33. For blackbody radiation,
1. the temperature of the photon gas is lower than the temperature of its container.
2. the temperature of the photon gas is higher than the temperature of the container.
3. the temperature of the electromagnetic radiation is a meaningless concept.
4. the total number of photons in the container is not constant.

34. निम्न में से कौन सा चित्र विशिष्ट ऊष्मा के आइंस्टीन मॉडल में अवस्थाओं का घनत्व बनाम ऊर्जा E दर्शाता है

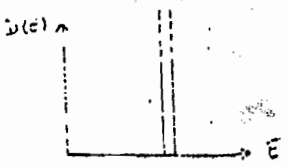
(1) 

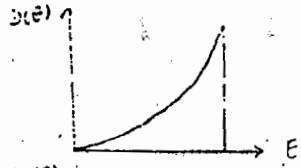
(2)

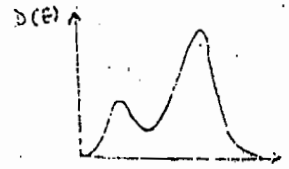
(3) 

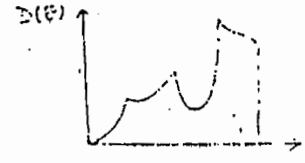
(4) 

34. Which of the following figures represents the density of states, D(E), versus energy, E, in the Einstein model of specific heat ?

(1) 

(2) 

(3) 

(4) 

आदर्श गैस की एंट्रापी S के लिए एक सरल परिकलन है

$= \frac{3}{2} N k_B \ln V + S_0$ जहां N गैस में अणुओं की संख्या, V उसका आयतन और So एक स्वेच्छ स्थिरांक दर्शाता है । यह व्यंजक त्रुटिपूर्ण है क्योंकि :

31. 1. इसमें ताप T सम्मादेशित नहीं किया गया है
2. इसमें दाब P सम्मावेशित नहीं किया गया है
3. यह विस्तीर्ण नहीं है
4. यह गैस के अणुओं के बीच अंत:क्रिया पर ध्यान नहीं देता ।

35. A simple calculation for the entropy S of an ideal gas gives $S = \frac{3}{2} N k_B \ln V + S_0$ where N is the number of molecules in the gas, V is its volume, and S_0 an arbitrary constant. This expression is erroneous because

1. it does not contain temperature T
2. it does not contain pressure P
3. it is not extensive
4. it does not take into account the interaction between the molecules of the gas.

36. एक द्वितीय कोटि प्रावस्था संक्रमण में परिमित परिवर्तन निम्न में से किस में होते हैं

1. S
2. V
3. C_P
4. T

जहां उक्त संकेतों के मानक अर्थ हैं ।

36. Finite changes in a second order phase transition occur in

1. S
2. V
3. C_P
4. T

where the symbols have their standard meaning

37. कल्पना कीजिए कि एक तरल को आंतरिक ऊर्जा V, एंट्रापी S, आयतन V, कण संख्या N, ताप T, दाब P और रासयनिक विभव μ द्वारा दो बराबर भागों में बांटा जाता है । इस विभाजन से अप्रभावित रहने वाले चर हैं :

1. U,V,S और N
2. U,V,T और P
3. T,P और μ
4. T,P और S

37. Imagine dividing a fluid with internal energy V, entropy S, volume V, particle number N, Temperatures T, pressure P and chemical potential μ into two equal parts. The variables that remain unaffected by this division are

1. U,V,S and N
2. U,V,T and P
3. T,P and μ
4. T,P and S

38. ऊष्मागति का प्रथम नियम दर्शाता है कि $\Delta U = \Delta Q - \Delta W$ जहां संकेतों के प्रचलित अर्थ हों । निम्न में से कौन सी राशि (याँ) केवल आरंभिक और अंतिम अवस्था पर निर्भर करती है (हैं) और इन अवस्थाओं के बीच तंत्र के पथ से स्वतंत्र है (हैं)

1. ΔQ
2. ΔW
3. ΔU
4. ΔU और ΔW

38. The first law of thermodynamics states that $\Delta U = \Delta Q - \Delta W$, where the symbols have their usual meaning. Which one of the following quantity(ies) depend(s) only on the initial and the final state, and is (are) independent of the path of the system between these states?

1. ΔQ
2. ΔW
3. ΔU
4. ΔU and ΔW

39. एक पात्र में भरी आदर्श गैस पर विचार कीजिए जो एक निर्वातित पात्र में जा रही है और इस पूरे तंत्र को वियुक्त कर दिया गया है । मान लीजिए V_1 और V_2 गैस के आरंभिक और अंतिम आयतनों के द्योतक हैं । तंत्र की एंट्रापी में वृद्धि होती है

1. Zero
2. $R \ln \frac{V_2}{V_1}$
3. $\frac{1}{T}\int_{V_1}^{V_2} du + R \ln \frac{V_2}{V_1}$
4. $\frac{1}{T}\int_{V_1}^{V_2} du$

39. Consider a perfect gas in a vessel rushing into an evacuated vessel and let the whole system be isolated. Let V_1 and V_2 denote the initial and final volumes of the gas. The increase in entropy of the system is

1. Zero
2. $R \ln \frac{V_2}{V_1}$
3. $\frac{1}{T}\int_{V_1}^{V_2} du + R \ln \frac{V_2}{V_1}$
4. $\frac{1}{T}\int_{V_1}^{V_2} du$

40. एक स्थिर आयतन पर ऊष्मिक संतुलन बनाने के लिए तंत्र निम्न में से किस को न्यूनतम करता है

1. S
2. H = E + pV
3. G = U - TS + pV
4. F = U -TS

जहां संकेतों के प्रचलित अर्थ हैं ।

40. In order to attain thermal equilibrium at a fixed volume, the system minimises

1. S
2. H = E + pV
3. G = U - TS + pV
4. F = U -TS

where the symbols have their usual meaning.

41. एक शुद्ध पदार्थ में कण घनत्व की घट-बढ़ सबसे अधिक, निम्न में से किस बिंदु पर होती है

1. उसके हिमांक पर
2. उसके क्वथनांक पर
3. उसके क्रांतिक बिंदु पर
4. उसके त्रिक बिंदु पर

41. The particle density fluctuations in a pure substance are maximum at

1. its freezing point
2. its boiling point
3. at critical point
4. at triple point

42. एक निर्वात कक्ष 200 लिटर प्रति सेकेंड (l/s) के चालकत्व के एक पाइप के माध्यम से एक पंप से जुड़ा हुआ है । यदि पंप की पंप करने के गति 300 l/s है तब कक्ष किस गति से पंपित हो रहा है ।

1. 100 l/s
2. 120 l/s
3. 150 l/s
4. 500 l/s

42. A vacuum chamber is connected to a pump through a pipe of conductance 200 litres per second (l/s). If the pumping speed of the pump is 300 l/s. then the chamber is being pumped at a speed of

1. 100 l/s
2. 120 l/s
3. 150 l/s
4. 500 l/s

43. एक सिंगल स्टेज रोटरी पंप में दूसरी स्टेज जोडने का सबसे बड़ा लाभ होता है

1. पंप करने की गति को सब दाबों पर बढ़ाना
2. विस्थापन में वृद्धि करना
3. चरम निर्वात को घटाना
4. पंप में उत्पन्न होने वाले शोर को कम करना ।

43. The most useful feature of adding the second stage to a single stage rotary pump is

1. increasing the pumping speed at all pressures
2. increasing the displacement
3. decreasing the ultimate pressure
4. decreasing the noise of the pump.

44. निम्न में से कौन सा निर्वात गेज न्यूनतम दाब को माप सकता है

1. थर्मोकपल गेज
2. पिरानी गेज
3. पेन्निंग गेज
4. गर्म कैथोड गेज

44. Which one out of the following vacuum gauges can read the least pressure?

1. Thermocouple gauge
2. Pirani gauge
3. Penning gauge
4. Hot cathode gauge

45. एक नमूने की वाष्पशीलता को 15K पर मापना है । यह ताप निम्न में से किसका उपयोग करके प्राप्त किया जा सकता है ।

1. हिमकारी मिश्रण
2. द्रव हीलियम
3. सूखी बर्फ
4. द्रव नाइट्रोजन

45. The resistivity of a sample is to be measured down to 15K. This temperature can be obtained using
1. freezing mixture
2. liquid helium
3. dry ice
4. liquid nitrogen

46. यदि सोडियम वाष्प में सफेद प्रकाश गुजारा जाता है तब परिणामी प्रकाश के स्पेक्ट्रम में अवशोषण बैंड निम्न में से किसके द्योतक होते हैं
1. सोडियम की सूनट श्रेणी की प्रथम पंक्ति के
2. सोडियम की मुख्य श्रेणी की प्रथम पंक्ति के
3. सोडियम की सूनट श्रेणीके प्रथम तीन पंक्तियों के
4. सोडियम की मुख्य श्रेणी की सब पंक्तियों के

46. If white light is passed through sodium vapour, the dark band(s) in the spectrum of the outcoming light will correspond to
1. 1st line of the sharp series of sodium
2. 1st line of the principal series of sodium
3. first three lines of the sharp series of sodium
4. All the lines of the principal series of sodium

47. न्यूट्रान पुंज का उपयोग करके ठोसों की क्रिस्टल संरचना का अध्ययन करने के लिए आपतित न्यूट्रानों की ऊर्जा की कोटि निम्न में से कौन होनी चाहिए
1. MeV
2. KeV
3. eV
4. meV

47. To study the crystal structure of solids using neutron beam, the energy of incident neutrons should be of the order of
1. MeV
2. KeV
3. eV
4. meV

48. निम्न में से कौन सा संसूचक उच्च विभेदन गामा किरण स्पेक्ट्रोस्कोपी में उपयोग के लिए सर्वाधिक उपयुक्त होता है
1. GM tube
2. NaI(Tl)
3. Ge(Li)
4. Si (Li)

48. Which of the following detectors is best suited for use in high resolution gamma ray spectroscopy ?
1. GM tube
2. NaI(Tl)
3. Ge(Li)
4. Si (Li)

49. एक रेडियोधर्मी स्रोत से समय t=0 पर गणन दर 8000 काउंट/सें. है । दस मिनट बाद दर 1000 कांउट हो जाती है । स्रोत की अर्द्ध आयु निम्न में से कौन है

1. 8 मिनट
2. $4\frac{2}{3}$ मिनट
3. $3\frac{1}{3}$ मिनट
4. 2 मिनट

49. The counting rate from a radioactive source is 8000 counts/sec at time t=0. Ten minutes later, the rate is 1000 counts/sec. The half-life of the source is

1. 8 min
2. $4\frac{2}{3}$ min
3. $3\frac{1}{3}$ min
4. 2 min

50. एक जी–एम डिटेक्टर, जिसे एक आयनकारी कण को संसूचित करने के लिए इस्तेमाल किया जाता है, की एक स्पंद की ऊंचाई होती है

1. आयतित कण के आवेश और आयन–युग्मों की आरंभिक संख्या से स्वतंत्र
2. आयतित कण के आवेश से स्वतंत्र परंतु आयन–युग्मों की आरंभिक संख्या पर निर्भर
3. आयतित कण के आवेश और आयन–युग्मों की आरंभिक पर निर्भर
4. आयतित कण के आवेश पर निर्भर परंतु आयन–युग्मों की आरंभिक संख्या से स्वतंत्र

50. The height of a pulse from a G-M detector, used for detecting an ionizing particle, is

1. independent of the charge of the incident particle and the initial number of ion-pairs
2. dependent on the charge of the incident particle but dependent on the initial number of ion pairs
3. dependent on the charge of the incident particle and the initial number of ion-pairs
4. dependent on the charge of the incident particle but independent of the initial number of ion-pairs

51. एक 5–बिट बाइनरी काउंटर का उपयोग कन्वेयर बैल्ट पर से गुजरती हुई वस्तुओं को गिनने के लिए किया जाता है । इस बारे में प्रकाश सैल और प्रकाश स्रोत के एक युग्मन का उपयोग किया जाता है । जब भी कोई वस्तु उसके पथ को पार करती है यह युग्मन एक स्पंद उत्पन्न कर देता है । बेल्ट पर से 200 वस्तुएं गुजरने के बाद काउंटर की रीडिंग निम्न में से कौन होगी

1. 11111
2. 00000
3. 00100
4. 01000

51. A 5-bit binary counter is used to count the number of items passing on a conveyor belt. A photocell and light source combination is used to generate a single pulse each time an item crosses its path. The counter reading after 200 items are passed on a belt is :
1. 11111
2. 00000
3. 00100
4. 01000

52. एक 10–बिट डिजिटल रैम्प A/D कनवर्टर 1MHz क्लॉक का उपयोग करता है और उसका स्टेप साइज है 10mV. ADC का विभेदन निम्न में से क्या होगा
1. 0.1%
2. 0.01%
3. 0.001%
4. 1.0%

52. A 10 bit digital ramp A/D converter utilizes 1MHz clock and has a step size of 10mV. The resolution of the ADC is :
1. 0.1%
2. 0.01%
3. 0.001%
4. 1.0%

53. E_0 = 0.5 MeV ऊर्जा वाली गामा किरण का कॉम्पटन किनारा, एक NaI(Tl) संसूचक इस्तेमाल करते हुए प्रेक्षित किया गया है। संसूचक निम्न में से किस पर इस्तेमाल हो रहा था।
1. $\frac{1}{2}$ MeV
2. 1 MeV
3. $\frac{1}{4}$ MeV
4. $\frac{1}{3}$ MeV

53. The compton edge of a gamma ray having energy E_0 = 0.5 MeV is observed using a NaI(Tl) detector, at
1. $\frac{1}{2}$ MeV
2. 1 MeV
3. $\frac{1}{4}$ MeV
4. $\frac{1}{3}$ MeV

54. प्वासों कोष्टक $\left[x^2, p_x^2\right]$ का मान निम्न में से कौन है

1. $4x^2$
2. $4p_x^2$
3. $4xp_x$
4. xp_x

54. The value of Poisson bracket $\left[x^2, p_x^2\right]$ is

1. $4x^2$
2. $4p_x^2$
3. $4xp_x$
4. xp_x

55. एक दिशा में संचरण करती हुई, छोटे आयाम की उथेल पानी की तरंगे अधिकतर परिक्षेपण संबंध $\omega = -k^3$ से संबद्ध होती हैं ।
सहचारी तरंग समीकरण निम्न में से कौन है

1. $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$
2. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^3 u}{\partial x^2} = 0$
3. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial^3 u}{\partial x^2} = 0$
4. $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^3 u}{\partial x^3} = 0$

55. Shallow water waves of small amplitude propagating in one direction are often associated with the dispersion relation
$\omega = -k^3$
The associated wave equation is

1. $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$
2. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$
3. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0$
4. $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial^3 u}{\partial x^3} = 0$

56. एक कण की गोलीय सममित आकर्षी विभव में गति निम्न में कौन होती है
1. सदैव परिबद्ध यद्यपि वृतीय कक्षाओं में नहीं
2. सदैव वृतीय कक्षाओं में और परिबद्ध
3. कण की ऊर्जा और कोणीय संवेग के अनुसार परिबद्ध हो सकती है ।
4. एकदम परिबद्ध नहीं

56. Motion of a particle in spherically symmetric attractive potential is
1. always bounded though not in circular orbits
2. always in circular orbits and bounded
3. may be bounded or unbounded depending upon the energy and angular momentum of the particle
4. not bounded at all

57. एक तंत्र स्थानांतरण के अंतर्गत दिक् और काल में निश्चरता दर्शाता है । निम्न में से कौन सी मात्राएं संरक्षित रहती है :
1. रैखिक संवेग और कोणीय संवेग
2. कोणीय संवेग और ऊर्जा
3. रैखिक संवेग और ऊर्जा
4. रैखिक संवेग, कोणीय संवेग और ऊर्जा .

57. A system exhibits invariance under translation in space and time. The following quantities will remain conserved :
1. linear momentum and angular momentum
2. angular momentum and energy
3. linear momentum and energy
4. linear momentum, angular momentum and energy

58. एक घटना आकाश–वत् होती है यदि विश्व विंदु इस प्रकार पृथक हों :
1. $|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2 \leq C^2(t_1 - t_2)^2$
2. $|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2 \leq C^2(t_1 + t_2)^2$
3. $|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2 < C^2(t_1 - t_2)^2$
4. $|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2 < C^2(t_1 + t_2)^2$

58. An event is space-like if the two world points are separated such that
1. $|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2 \leq C^2(t_1 - t_2)^2$
2. $|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2 \leq C^2(t_1 + t_2)^2$
3. $|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2 < C^2(t_1 - t_2)^2$
4. $|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^2 < C^2(t_1 + t_2)^2$

59. विद्युतचुंबकीय स्पेक्ट्रम के कौन से क्षेत्र में धातुओं की परावर्तकता उच्चतम होती है
1. अवरक्त
2. दृश्य
3. पराबैंगनी
4. स्पेक्ट्रम के संपूर्ण क्षेत्र में

59. In which region of the electromagnetic spectrum do metals have the highest reflectivity?
1. infrared
2. visible
3. ultraviolet
4. in the entire region of the spectrum

60. दो परावैद्युत माध्यमों के बीच पार्थक्य पृष्ठ पर
1. $\vec{E}$ और $\vec{B}$ के सामान्य घटकों को अवश्य संतत होना चाहिए
2. $\vec{E}$ और $\vec{B}$ के स्पर्शीय घटकों को अवश्य संतत होना चाहिए
3. $\vec{D}$ और $\vec{H}$ के सामान्य घटकों को अवश्य संतत होना चाहिए
4. $\vec{E}$ के स्पर्शीय घटक को $\vec{B}$ के सामान्य घटक को अवश्य संतत होना चाहिए

60. At the interface between two dielectric media,
1. normal components of $\vec{E}$ and $\vec{B}$ must be continuous
2. tangential components of $\vec{E}$ and $\vec{B}$ must be continuous
3. normal components of $\vec{D}$ and $\vec{H}$ must be continuous
4. tangential component of $\vec{E}$ and normal component of $\vec{B}$ must be continuous

61. लंबाई d के एक छोटे द्विध्रुव एंटीना में से विकरित होने वाली औसत शक्ति का कोणीय वंटन d और ध्रुवीय कोण θ पर निर्भर होती है । यह निर्भरता निम्न में से किसकी समानुपाती है
1. $\sin^2\theta$
2. $d \sin^2\theta$
3. $d^2 \sin^2\theta$
4. $d \sin\theta$

61. The angular distribution of the average power radiated from a short dipole antenna of length d, is dependent on d and polar angle θ. This dependence is proportional to
1. $\sin^2\theta$
2. $d \sin^2\theta$
3. $d^2 \sin^2\theta$
4. $d \sin\theta$

62. बराबर तीव्रता I_0 की दो संसक्त प्रकाश किरण पुंज व्यतिकरण करते हैं तब
1. अधिकतम तीव्रता $2I_0$ होती है
2. न्यूनतम तीव्रता $I_0/2$ होती है
3. अधिकतम तीव्रता $4I_0$ होती है
4. न्यूनतम तीव्रता $I_0/4$ होती है

62. Two coherent light beams of equal intensity I_0 interfere.
1. The maximum intensity is $2I_0$
2. The maximum intensity is $I_0/2$
3. The maximum intensity is $4I_0$
4. The maximum intensity is $I_0/4$

63. पानी और कांच के अपवर्तनांक क्रमशः $\frac{4}{3}$ और $\frac{3}{2}$ हैं । उनके परावैद्युत स्थिरांक, 10^{14} Hz पर, निम्न में से कौन होंगे
1. $\frac{8}{9}$
2. $\frac{64}{81}$
3. $\frac{81}{64}$
3. $\frac{9}{8}$

63. The refractive indices of water and glass are $\frac{4}{3}$ and $\frac{3}{2}$ respectively. The ratio of their dielectric constants at 10^{14} Hz is
1. $\frac{8}{9}$
2. $\frac{64}{81}$
3. $\frac{81}{64}$
3. $\frac{9}{8}$

$n \propto \sqrt{\epsilon_r}$

$\frac{(\epsilon_r)_w}{(\epsilon_r)_g} = \frac{(4/3)^2}{(3/2)^2}$

$= \frac{16 \times 4}{9 \times 9} = \frac{64}{81}$

64. मैक्सवेल के समीकरणों को दो ऐसे युग्मित समीकरणों के पदों में लिखा जा सकता है जो सदिश विभव $\bar{A}$ और अदिश विभव ϕ द्वारा संतुष्ट होते हैं । इन समीकरणों को युग्मित करने वाला लोरेन्ट्स गॉज निम्न में से कौन है :
1. $\vec{\nabla}.\bar{A} = 0$
2. $\nabla^2\phi = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 \bar{A}}{\partial t^2}$
3. $\vec{\nabla}.\bar{A} = -\frac{1}{c}\frac{\partial \phi}{\partial t}$
4. $\vec{\nabla}.\bar{A} = \frac{1}{c}\frac{\partial \phi}{\partial t}$

64. Maxwell's equations can be written in terms of two coupled equations satisfied by the vector potential $\vec{A}$ and scalar potential ϕ. The Lorentz gauge which decouples these equations is given by

1. $\vec{\nabla}.\vec{A} = 0$
2. $\nabla^2\phi = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\vec{A}}{\partial t^2}$
3. $\vec{\nabla}.\vec{A} = -\frac{1}{c}\frac{\partial\phi}{\partial t}$
4. $\vec{\nabla}.\vec{A} = \frac{1}{c}\frac{\partial\phi}{\partial t}$

65. एक विद्युतचुंबकीय क्षेत्र अदिश विभव $\phi = ay$ और सदिश विभव $\vec{A} = \hat{k} \times t$ द्वारा निर्मित किया जाता है, जहां a एक नियतांक है। वैद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ निम्न में से क्या है

1. रैखिक रूप से ध्रुवीकृत
2. वृतीय रूप से ध्रुवीकृत
3. दीर्घवृतीय रूप से ध्रुवीकृत
4. अध्रुवीकृत

65. An electromagnetic field is described by the scalar potential $\phi = ay$ and vector potential $\vec{A} = \hat{k} \times t$ where a is a constant. The electric field $\vec{E}$ is

1. linearly polarized
2. circularly polarized
3. elliptically polarized
4. unpolarized

$E = -\nabla\phi - \frac{\partial\vec{A}}{\partial t}$

$= -a\hat{j} - x\hat{k}$

66. एक इलेक्ट्रान $\vec{E} = \hat{i}E_0$ और $\vec{B} = -\hat{k}B_0$ क्षेत्रों के संयुक्त प्रभाव के अंतर्गत वेग $\hat{v} = \hat{j}.v_0$ से गति करता है। इलेक्ट्रान पर कार्य करने वाला बल किस दिशा में है

1. Y दिशा
2. Z दिशा
3. YZ समतल
4. X दिशा

66. An electron moves with velocity $\hat{v} = \hat{j}.v_0$ under the combined influence of $\vec{E} = \hat{i}E_0$ and $\vec{B} = -\hat{k}B_0$ fields. The force on the electron is in the

1. Y direction
2. Z direction
3. YZ plane
4. X direction

$\vec{F} = q[\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}]$

$\vec{v} \times \vec{B} = \hat{j} \times (-\hat{k})$

$= +\hat{i}v_0B_0$

$\therefore \vec{F} = -e[\hat{i}E_0 - v_0B_0\hat{i}]$

67. एक विद्युतचुंबकीय तरंग x - y समतल में दीर्घवृत्तीय रूप से ध्रुवीकृत है । प्वाइंन्टिंग वेक्टर की दिशा होगी :
1. Z दिशा में
2. X दिशा में
3. Y दिशा में
4. XY समतल में

67. An electromagnetic wave is elliptically polarized in the X-Y plane. The direction of the Poynting vector is in the
1. Z direction
2. Xdirection
3. Y direction
4. XY plane

68. एक आवेश वंटन में दो समतुल्य द्विध्रुव हैं जो विपरीत रूप से अभिदिन्यस्त हैं । विभव के प्रसार में अग्रग पद निम्न में से किसके कारण है
1. एक ध्रुव
2. द्विध्रुव
3. चतुर्ध्रुव
4. अष्टध्रुव

68. A certain charge distribution consists of two equivalent dipoles which are oppositely oriented. The leading term in the expansion of the potential is that due to a
1. monopole
2. dipole
3. quadrupole
4. octupole

69. एक इलेक्ट्रान $10m/s^2$ के त्वरण से गति कर रहा है जबकि एक पॉजीट्रान $20m/s^2$ के त्वरण से । पॉजीट्रान द्वारा विकरित की जाने वाली शक्ति का इलेक्ट्रान द्वारा विकरित की जाने वाली शक्ति से अनुपात है
1. 2
2. 1/2
3. 1/4
4. 4

69. An electron is moving with an acceleration $10m/s^2$ whereas a positron is moving with an acceleration $20 m/s^2$. The ratio of the power radiated by the positron to that of electron is
1. 2
2. 1/2
3. 1/4
4. 4

70. एक चालक चादर का Y और Z दिशाओं में विस्तार अनंत है जबकि X दिशा में अर्द्ध–अनंत है। धारा घनत्व $\vec{J}$ का Z घटक
1. चरघातांकी रूप से वृद्धि कर रहा है
2. चरघातांकी रूप से घट रहा है
3. स्थिर है
4. दोलन कर रहा हैं

70. A conducting sheet has infinite dimensions in the Y and Z directions and semi-infinite in the X direction. The Z component of the current density $\vec{J}$ is
1. exponentially increasing
2. exponentially decreasing
3. constant
4. oscillating

71. एक सरल आवर्ती दोलक की न्यूनतम ऊर्जा शून्य नहीं हो सकती क्योंकि
1. दोलक का एक परिमित द्रव्यमान होता है
2. उसकी परिमित आवृति होती है
3. अनिश्चितता सिद्धांत
4. विभव कूप की सरल आवृती प्रकृति

71. The lowest energy of an harmonic oscillator cannot be zero because
1. the oscillator has a finite mass
2. it has a finite frequency
3. of uncertainity principle
4. of harmonic nature of the potential well.

72. एक गोलीय सममित लघु परास विभव में से एक इलेक्ट्रान के प्रकीर्णन पर विचार कीजिए। निम्न में से किस के लिए विभव हेतु परिबद्ध अवस्थाओं की संख्या का अनुमान लगाना संभव है :
1. केवल $\ell = 0$ स्थिति के लिए अर्थात S अवस्थाएं
2. यदि शून्य ऊर्जा प्रावस्था विस्थापनों को परखा जाता है
3. केवल $\ell \neq 0$ स्थितियों के लिए
4. यदि प्रावस्था विस्थापनों को संपूर्ण ऊर्जा परास पर परिकलित किया जाता है।

72. Consider the scattering of an electron from a spherically symmetric short range potential. It is possible to predict the number of bound states for the potential.
1. only for $\ell = 0$ case i.e S states
2. if zero energy phase shifts are examined
3. only for $\ell \neq 0$ cases
4. if the phase shifts are calculated over entire energy range

73. फर्मी के गोल्डन नियम, जो दो अवस्थाओं को ऊर्जा अंतर ΔE से संबंधित करता है, की वैधता में यह निहित है कि वह सत्य है :
1. सब प्रकार के t के लिए
2. $t \geq \frac{\hbar}{\Delta E}$ के लिए
3. $t \leq \frac{\hbar}{\Delta E}$ के लिए
4. $\Delta E = 0$ के लिए

73. The validity of Fermi's golden rule which connects two states with energy difference ΔE, implies that it is true for
1. all times t
2. $t \geq \frac{\hbar}{\Delta E}$
3. $t \leq \frac{\hbar}{\Delta E}$
4. $\Delta E = 0$

74. मान लीजिए हाइड्रोजन परमाणु के लिए अभिप्रायोगिक फलन $Ae^{-\alpha r^2}$ का उपयोग करके विचरण रूप से प्राप्त ऊर्जा E_T है (जहां α एक विचरण प्राचल है) यदि एकदम सही मूल अवस्था E_H है तब
1. $E_T = E_H$
2. $E_T > E_H$
3. $E_T \geq E_H$
4. $E_T < E_H$

74. Let E_T be the energy obtained variationally by using trial function $Ae^{-\alpha r^2}$ (with α as a variational parameter) for Hydrogon atom. If the exact ground state is E_H then,
1. $E_T = E_H$
2. $E_T > E_H$
3. $E_T \geq E_H$
4. $E_T < E_H$

75. एक केन्द्रीय बल क्षेत्र में श्रॉडिंगर समीकरण का कोणीय अंश व्यापक रूप से
1. θ और ϕ से स्वतंत्र होता है
2. स्थिरांक होता है
3. गोलीय सरल आवर्ती होता है
4. एक बेसल फलन है

75. In a central force field, the angular part of the solution of the Schrodinger equation is in general
1. independent of θ and ϕ
2. a constant
3. a spherical harmonic
4. a Bessel function

76. स्पिन क्वांटम संख्या $\frac{1}{2}$ और शून्य कक्षीय कोणीय संवेग वाले परमाणुओं का एक किरण P है जिसके सब कोणीय संवेग x अक्ष के साथ हैं और Q एक उसी प्रकार का अध्रुवित पुंज है । इन किरण पुंजों को प्रायोगिक रूप से, अलग-अलग स्टेर्न-गेरलॉक उपकरण में गुजारकर उस समय विभेदित किया जा सकता है जब

1. चुंबकीय क्षेत्र X अक्ष के साथ हो
2. चुंबकीय क्षेत्र Y अक्ष के साथ हो
3. चुंबकीय क्षेत्र Z अक्ष के साथ हो
4. चुंबकीय क्षेत्र YZ समतल के हो

76. P is a beam of atoms with spin quantum number $\frac{1}{2}$ and zero orbital angular momentum, with all angular momenta being along x axis. Q is a similar beam which is unpolarized. These beams can be differentiated experimentally by passing P and Q separately through Stern-Gerlach apperatus with

1. magnetic field along X axis.
2. magnetic field along Y axis.
3. magnetic field along Z axis.
4. magnetic field along YZ plane.

77. नाइट्रोजन की मूलअवस्थ का इलेक्ट्रानिक विन्यास $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ हैं, तब इस विन्यास की अपभ्रष्टता है

1. 3
2. 20
3. 6
4. 0

77. The electronic configuration of the ground state of nitrogen is $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$. The degeneracy of this configuration is

1. 3
2. 20
3. 6
4. 0

78. यह प्रेक्षित किया गया है कि एक बाक्स में बंद अन्योन्य क्रियाहीन, समरूप कणों के एक निकाय की मूल अवस्था में अध्यासित उच्चतम ऊर्जा स्तर कणों की संख्या के साथ वृद्धि करता है । इस प्रेक्षण से हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि कणों में

1. शून्य स्पिन है
2. विषम पूर्णांक स्पिन है
3. समपूर्णांक स्पिन है
4. अर्द्ध पूर्णांक स्पिन है

73. फर्मी ने observed that the highest occupied energy level in the ground state of में एकsystem of non-interacting identical particles enclosed in a box increases with the number of particles. From this observation, we can conclude that the particles have
1. zero spin
2. odd integer spin
3. even integer spin
4. half integer spin

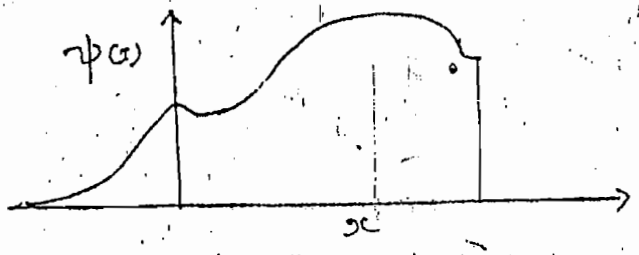
79. 10 KeV ऊर्जा के एक एक्स – किरण पुंज के और 10 MeV के एक γ किरण पुंज के एक लाक्षणिक अर्द्धचालक क्रिस्टल पर आपतन पर विचार कीजिए ।
1. एक्स किरण और γ किरण, दोनों, विवर्तन दर्शाएंगी
2. केवल γ किरणें ही विवर्तन दर्शाएंगी
3. कोई भी विवर्तन नहीं दर्शाएगी
4. केवल एक्सकिरण ही विवर्तन दर्शाएगी

79. Consider an X ray beam of energy 10 KeV and a γ ray beam of energy 10 MeV incident on a typical semi-conducting crystal.
1. Both X rays and γ rays will show diffraction
2. Only γ rays will show diffraction.
3. Neither will show diffraction
4. Only X rays will show diffraction.

80. एक विमंद कूप में फंसे एक कण पर विचार कीजिए । यदि कोई प्रेक्षक उस कण को संसूचित करने के लिए कूप के एकदम बाहर से मापन करता है तब
1. उसे वह कण सदैव मिलेगा
2. उसे कण कभी नहीं मिलेगा
3. आधे समय ही उसे कण मिलेगा
4. केवल उस समय ही कण मिलेगा यदि मापन काफी लंबे समय तक किए जाएं ।

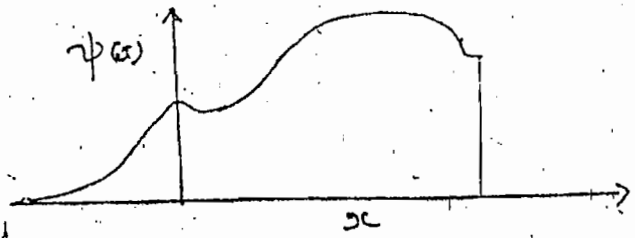
80. Consider a particle trapped in a potential well. If an observer makes a measurement to detect the particle just outside the well then
1. he will always find the particle.
2. he will never find the particle
3. he will find the particle half the time.
4. he will find the particle only if the measurement is performed for sufficiently long time.

81. एक विशेष फलन के प्लाट इस प्रकार हैं



1. यह परिबद्ध अवस्था तरंग फलन के रूप में स्वीकार्य नहीं है क्योंकि उद्गम पर यह शून्य नहीं है ।
2. यह परिबद्ध अवस्था तरंग फलन के रूप में स्वीकार्य नहीं है क्योंकि अरांतत है ।
3. यह परिबद्ध अवस्था तरंग फलन के रूप में स्वीकार्य है ।
4. यह परिबद्ध अवस्था तरंग फलन के रूप में स्वीकार्य नहीं है परंतु प्रकीर्णन अवस्था तरंग फलन के रूप में स्वीकार्य है ।

81. The plot of a particular function is as shown



1. This is not acceptable as a bound state wave function because it is not zero at the origin.
2. This is not acceptable as a bound state wave function because it is discontinuous.
3. This is acceptable as a bound state wave function.
4. This is not acceptable as a bound state wave function but acceptable as a scattering state wave function.

82. निम्न ताप क्षेत्र में ग्रेफाइट को एक द्विविमीय डिबाई ठोस माना जा सकता है परंतु फिर भी $3N_0$ मोड्स प्रति मोल मौजूद रहते हैं । (N_0 आवोगाद्रो संख्या है) । इस प्रकार के डिबाई ठोस की निम्न तापों पर ऊष्मा धारिता निम्न में से किसकी समानुपाती है :

1. T^2
2. T^3
3. $e^{h\upsilon/kt}$
4. T

82. In low temperature region, graphite can be considered a two-dimenstional Debye solid but there are still $3N_0$ modes per mole (N_0 is Avogadro number). The heat capacity at low temperatures of such a Debye solid is proportional to

1. T^2
2. T^3
3. $e^{h\upsilon/kt}$
4. T

83. निम्न में से कौन सा वेक्टर पृष्ठ $x^2y + z^3 + xz^2 = 10$ पर अभिलंब है ?

1. $x^2y\,\vec{i} + z^3\,\vec{j} + xz^2\,\vec{k}$
2. $2xy\,\vec{i} + 2xz\,\vec{k}$
3. $2y\,\vec{i} + (6z + 2x)\,\vec{k}$
4. $(2xy + z^2)\,\vec{i} + x^2\,\vec{j} + (3z^2 + 2xz)\,\vec{k}$

83. Which one of the following vectors is normal to the surface $x^2y + z^3 + xz^2 = 10$?

1. $x^2y\,\vec{i} + z^3\,\vec{j} + xz^2\,\vec{k}$
2. $2xy\,\vec{i} + 2xz\,\vec{k}$
3. $2y\,\vec{i} + (6z + 2x)\,\vec{k}$
4. $(2xy + z^2)\,\vec{i} + x^2\,\vec{j} + (3z^2 + 2xz)\,\vec{k}$

84. $\vec{A}$ का रेखा संगाकल प्रत्येक संवृत पथ पर लुप्त हो जाता है । तब $\vec{A}$ निम्न में से किसके बराबर है

1. सदिश फलन के कर्ल के
2. अदिश फलन की प्रवणता के
3. सदिश फलन की प्रवणता के
4. शून्य

84. The line integral of $\vec{A}$ vanishes about every closed path. Then $\vec{A}$ must be equal to

1. curl of a vector function
2. gradient of a scalar function
3. gradient of a vector function
4. zero

85. जब तरल असंपीड्य हो तब सांतत्य समीकरण घटकर $\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 = \rho(\vec{\nabla}.\vec{v})$ रह जाता है क्योंकि इस दशा में घनत्व ρ एक स्थिर रहता है । यहां $\vec{v}$ तरल के एक लाक्षणिक कण का वेग है । इसके अतिरिक्त यदि प्रवाह अघूर्णी है तब समीकरण को निम्न में से किस रूप में लिखा जा सकता है :

1. $\vec{\nabla}.\vec{\nabla}\phi = 0$
2. $\vec{\nabla} \times \vec{\nabla}\phi = 0$
3. $\vec{\nabla}\phi = 0$
4. $\vec{v}$ = स्थिरांक

जहां $\phi(x,y,z)$ एक अदिश विभव है

85. When the fluid is incompressible, the equation of continuity can be reduced to $\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 = \rho(\vec{\nabla}.\vec{v})$ since the density ρ is constant in this case. Here $\vec{v}$ is the velocity of a typical particle of the fluid. Further, if the flow is irrotational, then the equation can be rewritten as

1. $\vec{\nabla}.\vec{\nabla}\phi = 0$
2. $\vec{\nabla} \times \vec{\nabla}\phi = 0$
3. $\vec{\nabla}\phi = 0$
4. $\vec{v}$ = constant ,

where $\phi(x,y,z)$ is the scalar potential.

86. व्यंजक $\exp i(\vec{\sigma}.\vec{n})\theta$ को निम्न में से किस रूप में लिखा जा सकता है

1. $(\vec{\sigma}.\vec{n})\cos\theta + i\sin\theta$
2. $\sin\theta + i(\vec{\sigma}.\vec{n})\cos\theta$
3. $\cos\theta - i(\vec{\sigma}.\vec{n})\cos\theta$
4. $\cos\theta + i(\vec{\sigma}.\vec{n})\sin\theta$

यहां $\vec{\sigma} = (\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$ पॉली स्पिन मेट्रिक्स हैं और $\vec{n}$ एक इकाई वेक्टर है ।

86. The expression $\exp i(\vec{\sigma}.\vec{n})\theta$ can be rewritten as

1. $(\vec{\sigma}.\vec{n})\cos\theta + i\sin\theta$
2. $\sin\theta + i(\vec{\sigma}.\vec{n})\cos\theta$
3. $\cos\theta - i(\vec{\sigma}.\vec{n})\cos\theta$
4. $\cos\theta + i(\vec{\sigma}.\vec{n})\sin\theta$

Here $\vec{\sigma} = (\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$ are the Pauli spin matrices and $\vec{n}$ is a unit vector.

87. पॉली स्पिन मेट्रिक्स σ_x का आइगेन निम्न में से कौन है

1. i, -i
2. -i, i
3. 1, -1
4. 1, 1

87. The eigenvalues of the Pauli spin matrix σ_x are

1. i, -i
2. -i, i
3. 1, -1
4. 1, 1

88. a के निम्न मानों में से किसके लिए मेट्रिक्स

$$M = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 1 & 3 & 5 \\ 0 & 4 & a \end{pmatrix}$$

के विलोम का अस्तित्व नहीं होता

1. -4
2. 4
3. 0
4. 1

88. For which of the following values of a , the inverse of the matrix

$$M = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 1 & 3 & 5 \\ 0 & 4 & a \end{pmatrix}$$

does not exist ?

1. -4
2. 4
3. 0
4. 1

89. रैखिक अवकल समीकरण

$$\frac{d^4u}{dx^4} = 0$$

का व्यापक हल u(x) है । वह बराबर है

1. 0
2. $c_3t + c_4$
3. $c_2t^2 + c_3t + c_4$
4. $c_1t^3 + c_2t^2 + c_3t + c_4$

जहां c_1, c_2 , c_3 और c_4 स्वेच्छ स्थिरांक हैं ।

89. The general solution of the linear differential equation

$$\frac{d^4u}{dx^4} = 0$$ is, u(x) equal to

1. 0
2. $c_3t + c_4$
3. $c_2t^2 + c_3t + c_4$
4. $c_1t^3 + c_2t^2 + c_3t + c_4$

, where and c_1, c_2 , c_3 and c_4 are arbitrary constants.

90. परिमित डोमेन में सहचारी लेजेन्द्रे अवकल समीकरण के नियमित विचित्र बिंदु हैं :

1. 1, -1
2. 0
3. ∞
4. 2

90. The regular singular points of the associated Legendre differential equation in the finite domain are

1. 1, -1
2. 0
3. ∞
4. 2

91. फलन $f(x) = x^2$, $0 < x < 2$ का एक फूरिए श्रेणी निरूपण है

$$x^2 = \frac{4\pi^2}{3} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{4}{n^2} \cos nx - \frac{4\pi}{n} \sin nx \right)$$

$x = 0$ और 2π पर श्रेणी $2\pi^2$ में अभिसरित हो जाती है । तब श्रेणी $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$ का मान निम्न में से क्या होगा ।

1. $2\pi^2$
2. π^2
3. $\frac{\pi^2}{3}$
4. $\frac{\pi^2}{6}$

91. The function $f(x) = x^2$, $0 < x < 2$ has a Fourier series representation

$$x^2 = \frac{4\pi^2}{3} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{4}{n^2} \cos nx - \frac{4\pi}{n} \sin nx \right)$$

At x=0 and 2π, the series converges to $2\pi^2$. Then the value of the series $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$ is

1. $2\pi^2$
2. π^2
3. $\frac{\pi^2}{3}$
4. $\frac{\pi^2}{6}$

92. निम्न में से कौन सा फलन विश्लेषक नहीं है :

1. $f(z) = |z|$
2. $f(z) = z^2$
3. $f(z) = \cos z$
4. $f(z) = \sin z$

92. Which one of the following functions is not analytic?
1. $f(z) = |z|$
2. $f(z) = z^2$
3. $f(z) = \cos z$
4. $f(z) = \sin z$

93. समाकल $\oint_c \frac{\cos \pi z}{z(z+1)}$, जहाँ C वृत $|z-1|=3$ है, तो उसका मान है
1. 0
2. πi
3. $2\pi i$
4. $4\pi i$

93. The value of the integral $\oint_c \frac{\cos \pi z}{z(z+1)}$ where C is the circle $|z-1|=3$ is
1. 0
2. πi
3. $2\pi i$
4. $4\pi i$

94. यदि एक तंत्र के लंग्राजी में केवल एक ऐसा पद हो जिसकी वेग पर रैखिक निर्भरता हो तब उसके हैमिल्टोनियम
1. में भी केवल एक ही पद वेग पर निर्भर होगा
2. शून्य है
3. परिभाषित नहीं है
4. वेग से स्वतंत्र होता है और स्थिरांक होता है

94. If the Lagragian of a system has only one term which has a linear dependence on velocity, then its Hamiltonian
1. also has only one term depending on velocity
2. is zero
3. is not defined
4. is independent of velocity and is constant

95. एक तंत्र का एक व्यापीकृत निर्देशक Q_j चक्रीय है तब उसकी
1. ऊर्जा संरक्षित नहीं है
2. संयुग्मी संवेग P_j भी चक्रीय है।
3. संयुग्मी संवेग P_j संरक्षित है
4. संयुग्मी संवेग P_j अनिर्धारित है

95. One of the generalized co-ordinates Q_j of a system is cyclic. Then its
1. energy is not conserved
2. conjugate momentum P_j is also cyclic
3. conjugate momentum P_j is conserved
4. conjugate momentum P_j is indeterminate

96. दो समरूप कारें, जिनमें से प्रत्येक की संहति m है एक समान गति v से चल रही है। वे आमने सामने से टकराती हैं और विश्रामावस्था में आ जाती हैं। कारों को जो हानि हुई वह निम्न में से किसकी सीधी समानुपाती हैं :
1. v
2. v^2
3. m^2v^2
4. mv

96. Two similar cars of mass m each, moving with a uniform speed v, make a head-on collision and come to rest. The damage suffered by the cars is directly proportional to
1. v
2. v^2
3. m^2v^2
4. mv

97. कोणीय संवेग L के एक कण को एक घूर्णी फ्रेम में जिसका कोणीय वेग $\vec{\omega}$ है, रखा जाता है। उसकी ऊर्जा उस समय निम्नतम होती है जब
1. L और $\vec{\omega}$ समानांतर हों
2. L और $\vec{\omega}$ प्रति समानांतर हों
3. L और $\vec{\omega}$ एक दूसरे पर अभिलम्ब हों
4. L समानांतर से प्रति समानांतर तक दोलन करता है।

97. A particle having angular momentum L is placed in a rotating frame having angular velocity $\vec{\omega}$. It will have lowest energy when
1. L is parallel to $\vec{\omega}$
2. L is anti-parallel to $\vec{\omega}$
3. L and $\vec{\omega}$ are perpendicular to each other
4. L oscillates from parallel to anti parallel

98. एक ऐसे न्यूट्रान का जिसका नाभिक के साथ रदरफर्ड प्रकीर्णन हो रहा हो, प्रतिघात प्राचल,
1. आपतित कण की ऊर्जा में वृद्धि के साथ घटता है।
2. आपतित कण की ऊर्जा में वृद्धि के साथ बढ़ता है।
3. आपतित कण की ऊर्जा से स्वतंत्र है।
4. क्रांतिक ऊर्जा तक घटता है और फिर बढ़ना आरंभ कर देता है।

98. The impact parameter of a neutron which is undergoing Rutherford scattering with a nucleus,
1. decreases with an increase in energy of the incident particle
2. increases with an increase in energy of the incident particle
3. is independent of the energy of the incident particle
4. decreases upto a critical energy and then begins to increase.

९९. कुल लंबाई L वाला पारे का एक स्तंभ एक यू ट्यूब को आंशिक रूप से भरता है । यदि पारे में दोलन पैदा कर दिए जाते हैं तब उसकी आवृति निम्न में से कौन होगी :

1. $2\pi\sqrt{\frac{2g}{L}}$
2. $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2g}{L}}$
3. $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$
4. $2\pi\sqrt{\frac{g}{L}}$

99. A column of mercury of total length L partially fills a U tube. If the mercury is set into small oscillations, its frequency is given by

1. $2\pi\sqrt{\frac{2g}{L}}$
2. $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2g}{L}}$
3. $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$
4. $2\pi\sqrt{\frac{g}{L}}$

१००. कुर्सी पर बैठा हुआ व्यक्ति बिना आगे झुके खड़ा नहीं हो सकता क्योंकि :
1. मानव शरीर दृढ़ नहीं है ।
2. न्यूटन का तीसरा नियम कार्य करने लगता है ।
3. न्यूटन का दूसरा नियम कार्य करने लगता है ।
4. गुरुत्वीय आकर्षण प्रबल होता है ।

100. A person sitting on a chair cannot get up without bending forward because ,
1. Human body is not rigid
2. Newtons third Law is operative
3. Newtons second Law is operative
4. Gravitational attraction is strong.

भाग - ख/PART - B

31. दिया गया है कि वैक्टर $\vec{A} = 4\vec{i} + 6\vec{j} - 2\vec{k}$ और $\vec{B} = \vec{i} + a\vec{j} + 3\vec{k}$ एक दूसरे से लंबकोणीय हैं। 'a' का मान क्या है ?

1. 0
2. 1
3. $\frac{1}{3}$
4. $\frac{1}{2}$

31. Given that the vectors $\vec{A} = 4\vec{i} + 6\vec{j} - 2\vec{k}$ and $\vec{B} = \vec{i} + a\vec{j} + 3\vec{k}$ are orthogonal to each other. What is the value of 'a' ?

1. 0
2. 1
3. $\frac{1}{3}$
4. $\frac{1}{2}$

32. चुंबकीय क्षेत्र $\vec{B}$ विभव वैक्टर के द्वारा $\vec{B} = \vec{\nabla} \times \vec{A}$ में दर्शाया जा सकता है । यदि $\vec{B} = B\hat{k}$ है तब $\vec{A}$ को जिस तरह दर्शाया जा सकता है, वह है

1. $\left(-\frac{1}{2}By, \frac{1}{2}Bx, 0\right)$
2. $\left(\frac{1}{2}By, -\frac{1}{2}Bx, 0\right)$
3. $(0, 0, B)$
4. $\left(\frac{Bx}{3}, \frac{By}{3}, \frac{Bz}{3}\right)$

32. The magnetic field $\vec{B}$ can be expressed in terms of the vector potential as $\vec{B} = \vec{\nabla} \times \vec{A}$. If $\vec{B} = B\hat{k}$ then $\vec{A}$ can be expressed as

1. $\left(-\frac{1}{2}By, \frac{1}{2}Bx, 0\right)$
2. $\left(\frac{1}{2}By, -\frac{1}{2}Bx, 0\right)$
3. $(0, 0, B)$
4. $\left(\frac{Bx}{3}, \frac{By}{3}, \frac{Bz}{3}\right)$

33. मैट्रिक्स $M = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & i \end{pmatrix}$ के आइगेन मान हैं

1. 1, 1
2. 1, i
3. 1, 0
4. निर्धारित नहीं किये जा सकते हैं

33. The eigenvalues of the matrix $M = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & i \end{pmatrix}$ are

1. 1, 1
2. 1, i
3. 1, 0
4. cannot be determined

34. निम्न में से कौन सा मैट्रिक्स लंबकोणीय है ?

1. $\begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$
2. $\begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$
3. $\begin{pmatrix} -\cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$
4. $\begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & -\cos\theta \end{pmatrix}$

34. Which one of the following matrices is orthogonal ?

1. $\begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$
2. $\begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$
3. $\begin{pmatrix} -\cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$
4. $\begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & -\cos\theta \end{pmatrix}$

35. विषम हर्मिटीय मैट्रिक्स के आइगेन मान हैं ।

1. वास्तविक और धनात्मक
2. वास्तविक और ऋणात्मक
3. या तो शून्य अथवा पूर्णतया काल्पनिक
4. अशून्य वास्तविक अंशों के साथ सम्मिश्र

35. The eigenvalues of a skew-Hermitian matrix are

1. real and positive
2. real and negative
3. either zero or pure imaginary
4. complex with nonzero real parts

36. प्रारंभिक मान निर्मेय $5\frac{d^2x}{dt^2} + 125x = 0, \quad x(0) = 6, \quad \dot{x}(0) = 0$

का हल है

1. 6 sin 5t
2. 6 cos 5t
3. 6 cos 25t
4. 6 sin 25t

36. The solution of the initial value problem $5\frac{d^2x}{dt^2} + 125x = 0, \quad x(0) = 6, \quad \dot{x}(0) = 0$

is

1. 6 sin 5t
2. 6 cos 5t
3. 6 cos 25t
4. 6 sin 25t

$\frac{d^2x}{dt^2} + 25x = 0$

$\therefore$ i.e. $\frac{d^2x}{dt^2} + 5^2x = 0$

$x = A\sin 5t + B\cos 5t$

$x(t) = A\sin 5t + B\cos 5t$

$x(0) = 0 + B$

$B = 6$

$\dot{x}(t) = 5A\cos 5t - 5B\sin 5t$

$= 5A\cos 5t - 6 \cdot 5\sin 5t$

$\Rightarrow \dot{x}(0) = 5A - 0$

$A = \frac{0}{5} = 0$

$\therefore x = 6\cos 5t$

37. दिए गए फलन $\cos 2x$, $\sin^2 x$, $\cos^2 x$.

1. रैखिकीय स्वतंत्र हैं
2. रैखिकीय आश्रित हैं
3. एक दूसरे के साथ संबकोणीय हैं
4. एक दूसरे के साथ असंबद्ध हैं

37. Given functions $\cos 2x$, $\sin^2 x$, $\cos^2 x$, are

1. linearly independent
2. linearly dependent
3. orthogonal to each other
4. unrelated to each other

38. अवकल समीकरण $\frac{d^2y}{dx^2} + 4y = 0$ के रैखिकीय स्वतंत्र हलों का रान्स्कियन है

1. अचर
2. 0
3. ∞
4. अनिर्धारित

38. The Wronskian of the linearly independent solutions of the differential equation

$\frac{d^2y}{dx^2} + 4y = 0$ is

1. constant
2. 0
3. ∞
4. undetermined

39. फलन $f(x) = \begin{cases} 3, & 0 < x < 5 \\ -3, & -5 < x < 0 \end{cases}$

के संगत फूरिये श्रेणी पर विचार कीजिए। तब फूरिए श्रेणी रखती है.

1. केवल cosine पद
2. cosine और sine दोनों पद
3. केवल sine पद
4. sine पद और अ-शून्य अचर पद

39. Consider the Fourier series corresponding to the function

$$f(x)=\begin{cases}3, & 0<x<5\\ -3, & -5<x<0\end{cases}$$

Then the fourier series contains

1. cosine terms only
2. both cosine and sine terms
3. sine terms only
4. sine terms and non-zero constant terms

40. फलन $f(x)=\begin{cases}0 & -5<x<0\\ 3 & 0<x<5\end{cases}$ की फूरिए श्रेणी में अचर गुणांक है

1. 3
2. $\frac{3}{2}$
3. 0
4. 5

40. The constant coefficient in the Fourier series of the function

$$f(x)=\begin{cases}0 & -5<x<0\\ 3 & 0<x<5\end{cases}$$ is

1. 3
2. $\frac{3}{2}$
3. 0
4. 5

41. फलन $f(Z)=\exp\left[\frac{1}{(Z-1)^2}\right]$ at $Z=1$ के द्वारा धारित विचित्रता का प्रकार क्या है ?

1. एक घात अनंतक
2. शाखा बिन्दु
3. द्वितीय घात का अनंतक
4. अनिवार्य विचित्रता

41. What is the type of singularity possessed by the function

$$f(Z) = \exp\left[\frac{1}{(Z-1)^2}\right] \text{ at } Z = 1 \text{ ?}$$

1. simple pole
2. branch point
3. pole of second order
4. essential singularity

42. फलन $f(z) = \frac{1}{z(z+2)^2}$ का $z = -2$ पर अवशेष है

1. $-\frac{1}{4}$
2. $-\frac{1}{2}$
3. $-\frac{\pi i}{2}$
4. $4\pi i$

42. The residue of the function $f(z) = \frac{1}{z(z+2)^2}$ at $z = -2$ is

1. $-\frac{1}{4}$
2. $-\frac{1}{2}$
3. $-\frac{\pi i}{2}$
4. $4\pi i$

43. r त्रिज्या और M संहति का एक बेलन बिना घर्षण के एक क्षैतिज समतल पर $x = 0$ बिन्दु से x दिशा में घूमता है। इसका लग्रांजी है

1. $\frac{1}{2}M\dot{x}^2$
2. $\frac{1}{2}M\dot{x}^2 + \frac{1}{2}Mr^2\dot{\theta}^2$
3. $\frac{1}{2}M\dot{x}^2 + \frac{1}{2}Mr^2\dot{\theta}^2$
4. $\frac{1}{2}Mr\dot{\theta}^2$

43. A cylinder of mass M and radius r rolls in the x direction from the point x = 0 on a horizontal plane without friction. Its Lagrangian is

1. $\frac{1}{2}M\dot{x}^2$

2. $\frac{1}{2}M\dot{x}^2 + \frac{1}{2}Mr^2\dot{\theta}^2$

3. $\frac{1}{2}M\dot{x}^2 + \frac{1}{2}Mr^2\dot{\theta}^2$

4. $\frac{1}{2}Mr\dot{\theta}^2$

44. परिबद्ध कणों की संवृत कक्षाओं के लिए केन्द्रीय बल निम्न द्वारा, जहाँ $k > 0$ दर्शाए जा सकते हैं ।

1. $f(r) = \frac{k}{r^{(3-n)}}$, $n = 1$ और 4

2. $f(r) = -\frac{k}{r^{3-n}}$, $n = 1$ to 4

3. $f(r) = -\frac{k}{r^{3-n}}$, $n = 1$ और 4

4. $f(r) = \frac{k}{r^{1-n}}$, $n = 1$ और 4

44. The central forces, which support closed orbits for bound particles, are given by the following, where $k > 0$.

1. $f(r) = \frac{k}{r^{(3-n)}}$, $n = 1$ and 4

2. $f(r) = -\frac{k}{r^{3-n}}$, $n = 1$ to 4

3. $f(r) = -\frac{k}{r^{3-n}}$, $n = 1$ and 4

4. $f(r) = \frac{k}{r^{1-n}}$, $n = 1$ and 4

45. एक विमंदक में एक स्थिर ड्यूट्रॉन से एक न्यूट्रॉन संघट्ट करता है। यह मानते हुए कि यह संघट्ट प्रत्यास्थ और केन्द्रीय है, न्यूट्रॉन की गतिज ऊर्जा जिस कारक द्वारा ह्रासित होती है, वह है 4

1. 2
2. $\sqrt{2}$
3. 4
4. 1.2

45. A neutron collides with a stationary deutron in a moderator. Assuming that the collision is elastic and central, the kinetic energy of the neutron diminishes by a factor of 4

1. 2
2. $\sqrt{2}$
3. 4
4. 1.2

46. यह मानते हुए कि बहुत लघु त्रिज्या के पलसर में सूर्य संकुचित हो जाए, तब निम्न में से सत्य है 4

1. घूर्णन काल घटता है और गतिज ऊर्जा बढ़ती है
2. घूर्णन काल बढ़ता है और गतिज ऊर्जा घटती है
3. दोनों ही घूर्णन काल तथा गतिज ऊर्जा बढ़ती है
4. दोनों ही घूर्णन काल तथा गतिज ऊर्जा घटती हैं

46. Assuming that the sun contracts to a pulsar of very small radius, which of the following if true ?

1. The rotation period decreases and kinetic energy increases
2. The rotation period increases and kinetic energy decreases
3. Both the rotation period and the kinetic energy increase
4. Both the rotation period and the kinetic energy decrease

47. कणों के किरणपुंज का प्रकीर्णन-परिक्षेत्र रदरफोर्ड-प्रकीर्णन के अंतर्गत दर्शाता है

1. अग्र दिशा में शिखर
2. पश्च दिशा में शिखर
3. समदैशिक प्रकीर्णन
4. अग्र और पश्च दोनों दिशा में शिखर

47. Scattering cross-section of a beam of particles undergoing Rutherford scattering, exhibits

1. peak in the forward direction
2. peak in the backward direction
3. isotropic scattering
4. peak in forward as well as backward direction

48. सरल दोलन की गति का समीकरण है ।

1. लघु और दीर्घ आयाम दोलनों हेतु रैखिक
2. लघु और दीर्घ आयाम दोलनों हेतु अरैखिक
3. लघु आयाम हेतु रैखिक और दीर्घ आयाम हेतु अरैखिक
4. लघु आयाम हेतु अरैखिक और दीर्घ आयाम हेतु रैखिक

48. The equation of motion of a simple pendulum is

1. linear for small and large amplitude oscillations
2. nonlinear for small and large amplitude oscillations
3. linear for small amplitude and nonlinear for large amplitude oscillations
4. non linear for small amplitude and linear for large amplitude oscillations.

49. मुक्त-कण के संगत द्रव्य-तरंग का एक विमीय चालन काल-आश्रित-श्रेडिंडर-तरंग समीकरण

$i\hbar \frac{\partial \psi(x,t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2}$ को संतुष्ट करता है । जब $\hbar k$ संवेग हो, तब द्रव्य-तरंगों से निर्मित तरंग-पिटक का समूह-वेग v_g बराबर है

1. $\frac{\hbar}{2m} k^2$
2. $\frac{\hbar^2}{2m} k^2$
3. $\frac{\hbar^2}{2m} k$
4. $\frac{\hbar}{2m} k$

49. The matter wave corresponding to a free particle moving in one dimension satisfies the time-dependent Schrodinger wave equation

$$i\hbar\frac{\partial\psi(x,t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}$$

If $\hbar k$ is the momentum, then the wavepacket formed out of the matter waves moves with a group velocity v_g equal to

1. $\frac{\hbar}{2m}k^2$
2. $\frac{\hbar^2}{2m}k^2$
3. $\frac{\hbar^2}{2m}k$
4. $\frac{\hbar}{2m}k$

50. एक तंत्र जिसकी दो स्वतंत्रता-कोटि हैं, में रूपान्तरण

$$Q_1 = q_1 \quad , \quad P_1 = p_1$$

$$Q_2 = p_2 \quad , \quad P_2 = -q_2$$

फलन F द्वारा जनित होता है । यह फलन बराबर है

1. $q_1P_1 + q_2Q_2$
2. $q_1Q_1 + q_2P_2$
3. $q_1Q_2 + p_1Q_1$
4. $q_1Q_1 + p_2Q_2$

50. In a system of two degrees of freedom, the transformation,

$$Q_1 = q_1 \quad , \quad P_1 = p_1$$

$$Q_2 = p_2 \quad , \quad P_2 = -q_2$$

is generated by the function F equal to

1. $q_1P_1 + q_2Q_2$
2. $q_1Q_1 + q_2P_2$
3. $q_1Q_2 + p_1Q_1$
4. $q_1Q_1 + p_2Q_2$

51. सरल आवर्त दोलन हेतु हेमिल्टोनियन $H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}kq^2$ है। तब क्रिया-चर J, और उसकी ऊर्जा E में संबंध है

1. $J = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}\ E$
2. $J = \sqrt{\frac{m}{k}}\ E$
3. $J = \sqrt{\frac{k}{m}}\ E$
4. $J = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\ E$

51. The action variable J for a simple harmonic oscillator having hamiltonian $H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}kq^2$, is related to its energy E by

1. $J = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}\ E$
2. $J = \sqrt{\frac{m}{k}}\ E$
3. $J = \sqrt{\frac{k}{m}}\ E$
4. $J = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\ E$ ✓

$J = \oint p\,dq$

$= \oint \sqrt{2m\alpha - m^2\omega^2 q^2}\,dq$

where $\alpha = H = E$ $\quad \omega = \sqrt{k/m}$

$q = \sqrt{\frac{2\alpha}{m\omega^2}}\sin\theta$

$J = \frac{2\pi E}{\omega}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\ E$

52. एक निकाय में पांच कण सम पंचभुज बनाते हैं और छटवाँ कण पंच भुज के केन्द्र पर स्थित है। कण तंत्र पर विचार कीजिए। यदि पांचों कण केन्द्र पर स्थित कण से दृढ़ दण्डों से संयोजित हैं, तब तंत्र की स्वतंत्रता-कोटि-संख्या है

1. 13
2. 6
3. 5
4. 18

52. Consider a six particle system with five particles arranged as regular pentagon with 6th one at the centre. If all the five particles are connected to the central one by rigid rods, then the number of degrees of freedom for the system are given by

1. 13
2. 6
3. 5
4. 18

53. विराम-द्रव्यमान m_0 और आपेक्षिकीय गति v युक्त एक मुक्त-कण का लग्रांजी है

1. $-m_0c^2\Big/\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
2. $m_0c^2\sqrt{c-v}$
3. $m_0c\sqrt{c^2-v^2}$
4. $-m_0c\sqrt{c^2-v^2}$

53. The Lagrangian of a free particle having a rest mass m_0 and relativistic speed v is given by

1. $-m_0c^2\Big/\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
2. $m_0c^2\sqrt{c-v}$
3. $m_0c\sqrt{c^2-v^2}$
4. $-m_0c\sqrt{c^2-v^2}$

55. The central intensity of the Fraunhofer diffraction pattern for a circular aperture of radius a is proportional to

1. a^4
2. a^3
3. a^2
4. independent of a

56. पानी (अपवर्तनांक = 4/3) में प्रकाश की किरणपुंज लम्बवत कांच की शीट (अपवर्तनांक = 3/2) पर आपतित है। तब परावर्तनांक है

1. 1/17
2. 1/289
3. 16/17
4. 288/289

56. A beam of light in water (refractive index = 4/3) is incident normally on a sheet of glass (refractive index = 3/2). The reflection coefficient is

1. 1/17
2. 1/289
3. 16/17
4. 288/289

57. 60. संघनित्र युक्त एक परिपथ में धारा बह रही है। आवेश और धारा हेतु - सातत्व समीकरण $\vec{\nabla} \cdot \vec{J} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$, को संतुष्ट करने हेतु धारा घनत्व $\vec{J}$ को निम्न में से किसके द्वारा प्रतिस्थापित किया जाना चाहिए?

1. $\frac{1}{4\pi}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$
2. $\frac{1}{4\pi}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$
3. $\vec{D}\frac{2}{4}\frac{1}{4\pi}\frac{\partial \vec{J}}{\partial t}$
4. $\frac{\vec{J}}{4\pi}\frac{1}{\partial t}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

60. Certain charge distribution is described by the charge density $\rho(r) = \exp(-2r)/\pi$. Then, the total charge is

1. $1/\pi$
2. 2
3. 1
4. 4

61. एक α- कण और एक प्रोटॉन जो एक ही चुंम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में गतिमान हैं, की साइक्लोट्रॉनी आवृत्तियों का अनुपात है

1. 1/2
2. 2
3. 4
4. 1/4

61. The ratio of cyclotron frequencies of an α-particle and a proton moving in the same magnetic field $\vec{B}$ is

1. 1/2
2. 2
3. 4
4. 1/4

57. Current flowing in a circuit containing a capacitor. To satisfy the continuity equation, $\vec{\nabla} \cdot \vec{J} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$, for charge and current, the current density $\vec{J}$ must be replaced by

1. $\frac{1}{4\pi} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$
2. $\vec{J} - \frac{1}{4\pi} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$
3. $\vec{D} + \frac{1}{4\pi} \frac{\partial \vec{J}}{\partial t}$
4. $\vec{J} + \frac{1}{4\pi} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

58. गतिमान आवेश का वेक्टर विभव निम्न में से किस पर आश्रित है ?

1. केवल इसके वेग
2. केवल इसके आवेश
3. केवल संवेग
4. इसके वेग और आवेश

58. The vector potential of a moving charge is dependent upon

1. its velocity only
2. its charge only
3. its momentum
4. its velocity and charge

59. निर्वात में वैद्युत चुंबकीय तरंग $\vec{E}(\vec{r},t) = \hat{j}E_0 \exp\left[-i\left(\omega t - \vec{k}.\vec{x}\right)\right]$ के द्वारा व्याख्यित की जाती है । चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ निम्न में से क्या है ?

1. $\hat{j}E_0 k \exp\left[-i\left(\omega t - \vec{k}.\vec{x}\right)\right]$
2. $\hat{j}E_0 \exp\left[-i\left(\omega t - k_Z z\right)\right]$
3. $\hat{k}E_0 \exp\left[-i\left(\omega t - \vec{k}.\vec{x}\right)\right]$
4. $\hat{j}E_0 \exp\left[-i\left(\omega t - \vec{k}.\vec{x}\right)\right]$

62. आवेश q के कारण वैद्युत क्षेत्र $\vec{E} = \frac{q}{r^2}\hat{r}$ होता है । पृष्ठ समाकल $\oint_S \vec{E} . \vec{ds}$ का मान निम्न में से केवल किस पर निर्भर करता है ?

1. पृष्ठ के क्षेत्रफल पर
2. त्रिज्यीय दूरी r पर
3. आवेश पर
4. पृष्ठ के आकार पर

62. The electric field due to a charge q is given by $\vec{E} = \frac{q}{r^2}\hat{r}$. The value of the surface integral $\oint_S \vec{E} . \vec{ds}$ depends only

1. on the area of the surface
2. on the radial distance r
3. on the charge
4. on the shape of the surface

63. चुम्बकीय तीव्रता, चुम्बकीय क्षेत्र और चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण वेक्टरों का क्रमशः प्रतिनिधित्व कर रहे $\vec{H}, \vec{B}$ और $\vec{M}$ के बीच संबंध है

1. $\vec{H} = -(\mu_0 \vec{M} + \vec{B})$
2. $\vec{H} = \mu_0 \vec{M} - \vec{B}$
3. $\vec{H} = \vec{B} - \mu_0 \vec{M}$
4. $\vec{H} = \vec{B} + \mu_0 \vec{M}$

63. The relation between $\vec{H}$, $\vec{B}$ and $\vec{M}$ representing the magnetic intensity, magnetic field and magnetic dipole moment vectors, respectively, is

1. $\vec{H} = -(\mu_0 \vec{M} + \vec{B})$
2. $\vec{H} = \mu_0 \vec{M} - \vec{B}$
3. $\vec{H} = \vec{B} - \mu_0 \vec{M}$
4. $\vec{H} = \vec{B} + \mu_0 \vec{M}$

64. स्थिर विद्युत विभव निम्न दिया हुआ है ।

$\Phi = 0$ at $x = 0$ and $x = a$

$\Phi = V \quad 0 \leq x \leq a$

तब Φ है, $\Phi = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin(\alpha x)$ जहाँ α है

1. $\frac{n\pi}{2}$
2. $\frac{n\pi}{a}$
3. $\frac{na}{\pi}$
4. $na/2\pi$

64. The electrostatic potential is given by

$\Phi = 0$ at $x = 0$ and $x = a$

$\Phi = V \quad 0 \leq x \leq a.$

Then Φ is given by $\Phi = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin(\alpha x)$ where α is

1. $\frac{n\pi}{2}$
2. $\frac{n\pi}{a}$
3. $\frac{na}{\pi}$
4. $na/2\pi$

65. एक आवेश-वितरण Z- अक्ष, जो कि मुख्य अक्ष है, के सममित है । सभी अक्ष-विकर्ण वस्तुओं के टेन्सर-एलीमेन्ट्स Q_{ij} शून्य हैं । दिया हुआ है कि $Q_{11} = 1$, तब

1. $Q_{33} = -2$
2. $Q_{22} = -1$
3. $Q_{33} = 1$
4. $Q_{22} = -2$

65. A certain charge distribution is symmetric about the Z-axis which is the principal axis. The off-diagonal quadrupole tensor elements Q_{ij} are all zero. It is given that $Q_{11} = 1$, then

1. $Q_{33} = -2$
2. $Q_{22} = -1$
3. $Q_{33} = 1$
4. $Q_{22} = -2$

66. हाइड्रोजन परमाणु के 1s और 2s स्तरों के लिये

$$\int \psi_{100}(\vec{r})\, \psi_{200}(\vec{r})\, d^3r, \quad \text{है}$$

1. -ve
2. +ve
3. zero
4. 1.0

66. Consider 1s and 2s states for hydrogen atom, then

$$\int \psi_{100}(\vec{r})\, \psi_{200}(\vec{r})\, d^3r, \quad \text{is}$$

1. -ve
2. +ve
3. zero
4. 1.0

67. तरंग फलन $\psi(\vec{r}) = e^{i\vec{R}\cdot\vec{r}}$ आइगेन फलन है, यदि हेमिल्टनी स्वतंत्र है

1. अचर विभव $V \geq 0$
2. केवल शून्य विभव
3. एक विभव $V(r)$ (अचर नहीं) जो गोलीय सममित है
4. ऐसा कोई भी विभव जो आवर्तिता $\vec{R}$ के साथ आवर्ती है

67. The wave function $\psi(\vec{r}) = e^{i\vec{p}\cdot\vec{r}}$ is an eigen function for a Hamiltonian with

1. a constant potential $V \geq 0$
2. a zero potential only
3. a potential V(r) (not constant) which is spherically symmetric
4. any potential which is periodic with periodicity $\vec{R}$

68. बोर्न सन्निकटन का निम्न में से किसके लिए औचित्य है ?

1. बहुत धीरे गतिमान कणों
2. बहुत सबल विभव क्षेत्रों
3. दुर्बल विभव में द्रुत कण
4. हाइड्रोजन परमाणु

68. Born approximation is justified for

1. particles moving very slowly.
2. very strong potential fields.
3. fast particles in a weak potential.
4. hydrogen atom.

69. रेखिक संवेग $\hbar k$ के कणों का पुंज परास a के अल्प-परास विभव द्वारा प्रकीर्णित है जहाँ $ak << 1$ है। निम्न में से कौन सा कथन सत्य है ?

1. सभी कला विस्थापन शून्य हैं
2. कोई भी प्रकीर्णन नहीं है
3. प्रकीर्णन गोलीय सममित है
4. सभी कला विस्थापन सम हैं

69. A beam of particles of linear momentum $\hbar k$ is scattered by a short-range potential of range a, where $ak << 1$. Which of the following statements is correct ?

1. all phase shifts are zero.
2. there is no scattering.
3. the scattering is spherically symmetric.
4. all phase shifts are equal.

70. क्लेबाश - गोरडन गुणांक $(j_1 m_1 : j_2 m_2 | j | j_2 jm)$ शून्य है, जब तक निम्न न हो।

1. $j = j_1 + j_2$
2. $j = j_1 - j_2$
3. $m = m_1 + m_2$
4. $m = m_1 - m_2$

70. The Clebsch-Gordon coefficient $\langle j_1 m_1 ; j_2 m_2 | j_1 j_2 jm \rangle$ is zero unless

1. $j = j_1 + j_2$
2. $j = j_1 - j_2$
3. $m = m_1 + m_2$
4. $m = m_1 - m_2$

71. लक्ष्य वस्तु को λ तरंग दैर्ध्य के प्रकाश से प्रदीप्त करके एक छोटी लक्ष्य वस्तु सूक्ष्मदर्शी से देखा जाता है। मान लीजिए कि परीक्षित की जाने वाली वस्तु की स्थिति पर सूक्ष्मदर्शी के वस्तुनिष्ठ द्वारा अंतरित अर्ध - कोण α है। तब वस्तु की स्थिति में अनिश्चितता Δx की कोटि है

1. $\lambda / \sin \alpha$
2. $\sin \alpha / \lambda$
3. $\lambda \sin \alpha$
4. $2\lambda \sin \alpha$

71. A small object is viewed with a microscope, using light of wavelength λ to illuminate the object. Let α be the half-angle subtended by the objective of the microscope at the position of the object being examined. The uncertainty Δx in the position of the object is of the order of

1. $\lambda / \sin \alpha$
2. $\sin \alpha / \lambda$
3. $\lambda \sin \alpha$
4. $2\lambda \sin \alpha$

72. यदि आवेश e के एक समदैशिक हार्मोनिक दोलक को प्रबलता E के सम-वैद्युत-क्षेत्र में रखा जाता तब

1. ऊर्जा - स्तर और आइगेन फलन अपरिवर्तित होंगे
2. सब ऊर्जा - स्तरों का विस्थापन एक समान मात्रा में, E^2 के अनुपातिक होगा
3. केवल आद्य अवस्था स्तर विस्थापित होगा
4. सभी ऊर्जा स्तर असमान विस्थापित होंगे, E के अनुरूप

72. If an isotropic harmonic oscillator of charge e is placed in a uniform electric field of strength E, then

1. the energy levels and eigen functions are unchanged.
2. the energy levels are shifted by a constant amount proportional to E^2.
3. only the ground state level is shifted.
4. all the energy levels are shifted differently, as a function of E.

73. मान लीजिए कि $\Psi = c_1\phi_1 + c_2\phi_2 + c_3\phi_3$, ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 (लम्ब कोणीय) आइगेन फलन हैं H के, तब

1. Ψ हमेशा आइगेन फलन है H का
2. Ψ कभी भी आइगेन फलन नहीं हो सकता है H का
3. Ψ आइगेन फलन है यदि ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 अपभ्रष्ट हों
4. Ψ आइगेन फलन है यदि ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 में से कोई भी दो अपभ्रष्ट हों

73. Let $\Psi = c_1\phi_1 + c_2\phi_2 + c_3\phi_3$, ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 being (orthogonal) eigen functions of H then,

1. Ψ is always an eigenfunction of H
2. Ψ can never be an eigen function of H
3. Ψ is an eigen function only if ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 are degenerate.
4. Ψ is an eigen function if any two of ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 are degenerate.

74. A एक ऑपरेटर है जो समय के साथ् परिवर्तित नहीं होता है, और $\langle A \rangle$ प्रत्याशा मान है A का $|\psi\rangle$ अवस्था में। निम्न मे से कौन सा समीकरण श्रोडिन्गर निरूपण में ठीक है ?

1. $\frac{\partial}{\partial t}\langle A \rangle = \frac{1}{i\hbar}\langle [A, H] \rangle$

2. $\frac{\partial}{\partial t}\langle A \rangle = -\frac{1}{i\hbar}\langle [A, H] \rangle$

3. $\frac{\partial}{\partial t}\langle A \rangle = -\frac{1}{i\hbar}\left\langle \frac{1}{H - A} \right\rangle$

4. $\frac{\partial}{\partial t}\langle A \rangle = 0$

74. A is an operator which does not vary with time, and $\langle A \rangle$ the expection value of A in the state $|\psi\rangle$. Which of the following equation is correct in the Schrodinger representation

1. $\frac{\partial}{\partial t}\langle A \rangle = \frac{1}{i\hbar}\langle [A, H] \rangle$

2. $\frac{\partial}{\partial t}\langle A \rangle = -\frac{1}{i\hbar}\langle [A, H] \rangle$

3. $\frac{\partial}{\partial t}\langle A \rangle = -\frac{1}{i\hbar}\left\langle \frac{1}{H - A} \right\rangle$

4. $\frac{\partial}{\partial t}\langle A \rangle = 0$

75. संहति m और ऊर्जा E के कणों की एक धारा W (< E) ऊँचाई के संभाव्य चरण पर समागम करती है। W की E में उपगमन सीमा पर, रोधिका से परावर्तित कणों का प्रभाज

1. शून्य तक उपगमन करेगा
2. एक तक उपगमन करेगा
3. अनंत तक अपसारित होगा
4. आधे तक उपगमन करेगा

75. A stream of particles of mass m and energy E encounter a potential step of height W (< E). In the limit W approaching E, the fraction of particles reflected from the barrier will

1. approach zero
2. approach unity
3. diverge to infinity
4. approach half

76. स्वेच्छ-आकार के एक-विमीय आकर्षी विभव के लिए निम्न में से कौन सा कथन सत्य है ?

1. केवल एक परिबद्ध अवस्था अस्तित्व रखती है
2. कम से कम एक परिबद्ध अवस्था अस्तित्व रखती है
3. परिबद्ध अवस्था तभी अस्तित्व रख सकती है जब विभव की गहराई कुछ क्रांतिक गहराई से अधिक हो
4. कोई भी परिबद्ध अवस्था अस्तित्व नहीं रखती है.

76. Consider one dimensional attractive potential of arbitrary shape. Which of the following statement is true ?

1. Only one bound state exists
2. It has at least one bound state.
3. It may have bound state only if the depth of the potential is greater than some critical depth.
4. It has no bound state.

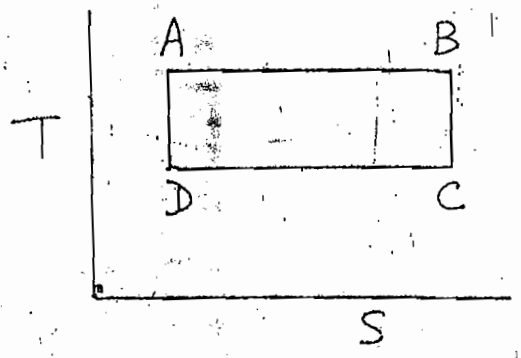
77. परमाणुओं के योगदान की तुलना में इलैक्ट्रानों का योगदान ठोस की विशिष्ट ऊष्मा में बहुत कम है, क्योंकि

1. ठोस में इलैक्ट्रॉनों की संख्या परमाणुओं की संख्या की तुलना में बहुत कम है
2. इलैक्ट्रॉनों की संहति परमाणुओं की संहति की तुलना में बहुत कम है
3. फर्मी स्तर के निकट के बहुत कम इलैक्ट्रॉन ही विशिष्ट ऊष्मा में योगदान करते हैं
4. परमाणुओं की तुलना में इलैक्ट्रॉनों की स्वतंत्रता-कोटि-संख्या लघुतर है

77. The contribution of the electrons to the specific heat of solid is very small in comparison to the contribution of atoms, because

1. number of electrons in a solid is much smaller than the number of atoms.
2. mass of electrons is much smaller than the mass of atoms.
3. only very few electrons near the Fermi level contribute to specific heat.
4. number of degrees of freedom of electrons is smaller than those of atoms.

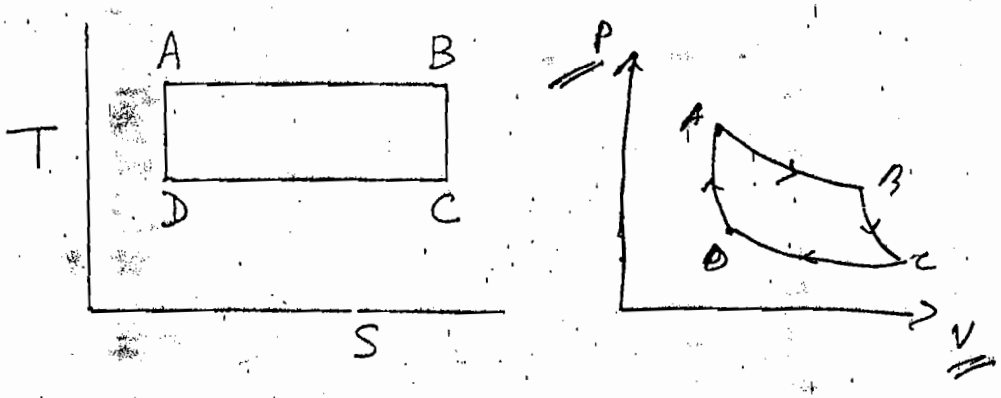
78. कार्नो चक्र का एन्ट्रॉपी - ताप (S – T) आरेख नीचे दर्शाया गया है :



इलेक्ट्रॉन संपीडन निम्न में से किसके द्वारा निरूपित किया जाता है ?

1. AB
2. DA
3. CD
4. BC

78. Entropy – temperature (S – T) diagram of a Carnot cycle is shown below :



The adiabatic compression is represented by

1. AB
2. DA
3. CD
4. BC

AB → isothermal expansion
BC → adiabatic "
CD → isothermal compression
DA → adiabatic "

79. द्विपरमाणुक अणु के स्थानान्तरीय, कंपनिक और घूर्णनीय संचितरण फलन Z_1, Z_2 और Z_3 से दिए हैं। अणु Z का संचितरण फलन निम्न में से किस के द्वारा दिया जाएगा ?

1. $Z = Z_1 Z_2 Z_3$
2. $Z = Z_1 + Z_2 + Z_3$
3. $\ln Z = \ln(Z_1 + Z_2 + Z_3)$
4. $e^Z = e^{Z_1} + e^{Z_2} + e^{Z_3}$

79. Z_1, Z_2 and Z_3 represent translational, vibrational and rotational partition functions of a diatomic molecule. The partition function of the molecule Z is given by

1. $Z = Z_1 Z_2 Z_3$
2. $Z = Z_1 + Z_2 + Z_3$
3. $\ln Z = \ln(Z_1 + Z_2 + Z_3)$
4. $e^Z = e^{Z_1} + e^{Z_2} + e^{Z_3}$

80. मैक्सवेल - बोल्टसमान (MB) और बोस - आइन्सटाइन (BE) वितरण के बीच अंतर है

1. दोनों ही सर्वसम हैं अलावा इसके कि एक चिरप्रतिष्ठित कणों के लिए है और दूसरा क्वान्टम कणों के लिए है
2. निम्न ऊर्जाओं पर अध्यासित स्तर का घनत्व MB की तुलना में BE का अधिक है
3. निम्न ऊर्जाओं पर अध्यासित स्तर का घनत्व MB की तुलना में BE का कम है
4. MB शून्य प्रचक्रण के कणों के लिए अनुप्रयोज्य है और BE उनके लिए है जिनका प्रचक्रण परिमित है

80. The difference between Maxwell-Boltzmann (MB), and Bose-Einstein (BE) distribution is that

1. both are identical except that one is for classical particles and the other for quantum particles.
2. density of occupied states at lower energies is more for BE than for MB.
3. density of occupied states at lower energies is less for BE than for MB.
4. MB is applicable to particles with zero spin and BE to those of finite spin.

81. 6000K तापमान वाले प्लैंक-वाडी-विकिरक की स्पैक्ट्रमी विकिरणता 500 nm पर अधिकतम है। एक तापनाभिकीय विस्फोट में दीप्त-उल्का का ताप क्षणिकतः 10^7 K है। तरंग दैर्ध्य जिस पर इस दीप्त-उल्का द्वारा उत्सर्जित विकिरण (इस क्षण पर) अधिकतम है, वह ऐंग्स्ट्रम में है

1. 30
2. 0.3
3. 3
4. 300

81. The spectral radiancy of a blackbody radiator at 6000K has a maximum at 500 nm. In a thermonuclear explosion, the temperature in the fireball is momentarily 10^7 K. The wavelength at which the radiation emitted by the fireball is maximum (during this moment) is, in Angstroms,

1. 30
2. 0.3
3. 3
4. 300

82. ठोसों के विशिष्ट ताप के लिए आइन्सटाइन मोडेल यह मानता है कि

1. सभी दोलित्र समान आवृत्ति रखते हैं
2. दोलित्रों का आवृत्ति वितरण 0 से ∞ तक की परास में रहता है
3. दोलित्रों का आवृत्ति वितरण 0 से ν_{max} तक की परास में रहता है
4. दोलित्रों का आवृत्ति वितरण ν_{min} से ∞ तक की परास में रहता है

82. The Einstein model of specific heat of solids considers that

1. all oscillators have same frequency ✓
2. oscillators have a distribution of frequencies in the range 0 to ∞.
3. oscillators have a distribution of frequencies in the range 0 to ν_{max}
4. oscillators have a distribution of frequencies in the range ν_{min} to ∞.

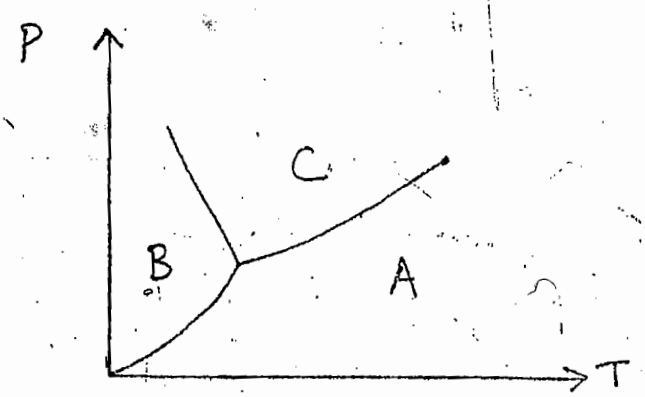
83. पूर्व प्रायिकता तुल्य का सिद्धांत दावे के साथ सिद्ध करता है कि

1. एक तंत्र की सभी अवस्थाऐं एक समान संभावित हैं
2. एक तंत्र की सभी सूक्ष्म अवस्थाऐं जो E और $E+\Delta E$ के बीच ऊर्जा की स्थूल अवस्था के साथ सुसंगत है, एक समान संभावित है
3. एक तंत्र की सभी सुक्ष्म अवस्थाऐं जो ऊर्जा E की स्थूल अवस्था के साथ असंगत हैं, एक समान संभावित हैं
4. सभी सूक्ष्म अवस्थाओं की पूर्व प्रायिकता का वितरण सामान्य होता है

83. The principle of equal a-priori probability asserts that

1. all states of a system are equally probable
2. all microstates of a system compatible with a macrostate of energy between E and $E+\Delta E$ are equally probable.
3. all microstates of a system which are incompatible with a macrostate of energy E are equally probable.
4. a-priori probability of all microstates has a normal distribution.

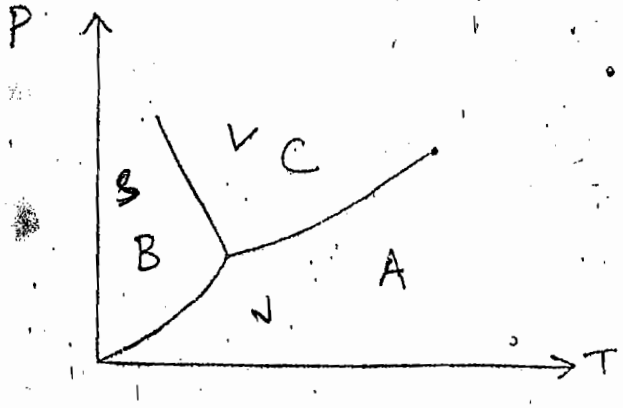
84. एक शुद्ध पदार्थ हेतु दाब और ताप का आरेख नीचे दर्शाया गया है



A, B, C द्वारा दर्शाए गए क्षेत्र, क्रमशः हैं

1. ठोस, द्रव और वाष्प
2. वाष्प, ठोस और द्रव
3. ठोस, वाष्प और द्रव
4. वाष्प, द्रव और ठोस

84. The pressure versus temperature diagram for a pure substance is shown below.



The regions represented by A, B, C respectively are

1. solid, liquid and vapour
2. vapour, solid and liquid
3. solid, vapour and liquid
4. vapour, liquid and solid

85. एक अनिश्चितितीय व्यतुक्रमणीय ऊष्मा-गतिक प्रक्रम में, निम्न में से कौन सी मात्रा केवल तंत्र की आद्य और अंतिम अवस्थाओं पर निर्भर करती है और इन अवस्थाओं के बीच के पथ पर निर्भर नहीं करती ।

1. $T\,\Delta Q$
2. $\Delta Q/T$
3. $T/\Delta Q$
4. $T^2/\Delta Q$

85. In an infinitesimal reversible thermodynamic process, which of the following quantity depends only on the initial and the final states of the system and is independent of the path between these states ?

1. $T\,\Delta Q$
2. $\Delta Q/T$
3. $T/\Delta Q$
4. $T^2/\Delta Q$

86. जूल - टामसन प्रसरण में जो मात्रा अचर रहती है, वह है

1. $U + pV$
2. $U + pV - TS$
3. U
4. $U - T\,S$

86. The quantity that remains constant in Joule-Thomson expansion is

1. $U + pV$
2. $U + pV - TS$
3. U
4. $U - T\,S$

87. विहित-समुदाय में एक तंत्र के सांख्यिकीय विवरण में ऊर्जा-आपेक्षिक-अनिश्चितता, $\Delta E/E$, तंत्र में कणों की संख्या N के साथ निम्न प्रकार विचरित होती है,

1. N^{-1}
2. $N^{-1/2}$
3. N^0
4. $N^{1/2}$

87.

88.

88.

89.

89.

87. In a statistical description of a system in the canonical ensemble, the relative uncertainty in the energy of the system, $\Delta E/E$, varies with the number of particles, N in the system as

1. N^{-1}
2. $N^{-1/2}$
3. N^{0}
4. $N^{1/2}$

88. विहित-समुदाय में एक तंत्र के विवरण में, निम्न में से कौन-सी मात्रा स्थिर रहती है ?

1. तंत्र की ऊर्जा
2. तंत्र की ऊर्जा का वर्ग
3. तंत्र का आयतन
4. तंत्र में कणों की संख्या

88. In a canonical ensemble description of a system, which of the following quantities remain fixed ?

1. energy of the system
2. square of the energy of the system
3. volume of the system
4. number of particles in the system

89. सामान्य द्रव हीलियम (He I) से अति तरल हीलियम (He II) में संक्रमण, द्वितीय कोटि लैम्बडा बिन्दु संक्रमण का एक उदाहरण है । इस संक्रमण में संक्रमण बिन्दु पर जो मात्राऐं अचर रहती हैं, वे हैं

1. ऐंट्रापी, आयतन, अचर दाब पर विशिष्ट ऊष्मा और गिब्स मुक्त ऊर्जा
2. दाब, आयतन और समतापी संपीड्यता
3. अचर दाब पर विशिष्ट ऊष्मा, समतापी संपीड्यता और दाब
4. दाब, आयतन, एन्ट्रापी और गिब्स मुक्त ऊर्जा

89. The transition from ordinary liquid helium (He I) to superfluid helium (He II) is an example of a second order lambda point transition. The quantities that remain constant in such a transition at the transition point are

1. entropy, volume, specific heat at constant pressure and Gibbs free energy.
2. pressure, volume and isothermal compressibility
3. specific heat at constant pressure, isothermal compressibility and pressure.
4. pressure, volume, entropy and Gibbs free energy.

90. एक कक्ष 600 लिटर प्रति सेकंड (l/s) की गति से पम्प किया जाना है । यह पहले से ही 400 l/s के एक पम्प A से जुड़ा हुआ है । अन्य पम्प जिसे अतिरिक्त जोड़ा जाना है की अपेक्षित पम्पन गति होनी चाहिए

1. 200 l/s और उसे A की श्रेणी में जोड़ा जाए
2. 300 l/s और उसे A की श्रेणी में जोड़ा जाए
3. 300 l/s और उसे A के समान्तर जोड़ा जाए
4. 200 l/s और उसे A के समान्तर में जोड़ा जाए

90. A chamber is to be pumped at a speed of 600 litres per second (l/s). It is already connected to a pump A of 400 l/s. Another pump that need to be additionally connected to get the desired speed should be of pumping speed

1. 200 l/s and connected in series to A
2. 300 l/s and connected in series to A
3. 300 l/s and connected in parallel to A
4. 200 l/s and connected in parallel to A

91. विसरण पम्प में कार्यकारी तरल का गुणधर्म जो प्रभावी पम्पन से संबद्ध है वह है तरल का

1. अणुभार
2. वाष्प दाब
3. क्वथनांक
4. गैसों हेतु विलेयता

91. The property of the working fluid in a diffusion pump that is linked with effective pumping is its

1. molecular weight
2. vapour pressure
3. boiling point
4. solubility for gases

92. कम दाब पर हवा की ऊष्मीय चालकता K, दाब p से निम्न प्रकार से संबंधित है

1. $p \propto \sqrt{K}$
2. $p \propto K$
3. $p \propto K^{3/2}$
4. $p \propto K^2$

92. The thermal conductivity, K of air at low pressure is related to the pressure, p as

1. $p \alpha \sqrt{K}$
2. $p \alpha K$
3. $p \alpha K^{3/2}$
4. $p \alpha K^2$

93. 5 से 50K की परास में तापों को मापने के लिए हम उपयोग में लाते हैं

1. तांबा - कान्सटेन्टन ताप वैद्युत युग्म
2. लौह - कान्सटेन्टन तापवैद्युत युग्म
3. प्लेटीनम प्रतिरोधी थर्मामीटर
4. उत्तापमापी

93. For measuring temperatures in the range 5 to 50K, we use

1. copper-constantan thermocouple
2. iron-constantan thermocouple
3. platinum resistance thermometer
4. pyrometer

94. सोडियम के उत्सर्जन स्पेक्ट्रा में एक विशेष श्रेणी की द्विक लाइनों के बीच पृथक्करण समान पाया गया । वह श्रेणी होनी चाहिए

1. तीक्ष्ण
2. मुख्य
3. विसरित
4. मूल

94. In the emission spectra of sodium, the separation between the doublet lines of a particular series was found to be same. The series must be

1. Sharp
2. principal
3. diffuse
4. fundamental

95. एल्फा किरण ऊर्जा मापन हेतु, किस क्षेत्र में गैस भरा हुआ संसूचक उपयोग किया जाता है ?

1. पुनः संयोजन क्षेत्र
2. संतृप्त क्षेत्र
3. आनुपातिक क्षेत्र
4. प्लैटो क्षेत्र

95. For alpha ray energy measurements, a gas filled detector has to be used in the

1. recombination region
2. saturation region
3. proportional region
4. plateau region

96. एक t मोटाई का अवशोषक इसमें से गुजर रही गामा किरणों की संख्या आधी कम कर देता है । अवशोषक की आवश्यक मोटाई जो संख्या को 2% कम करें, वह लगभग होगी

1. 25t
2. 10t
3. 6t
4. 2t

96. An absorber of thickness t reduces the number of gamma rays passing through it to half. The thickness of the absorber needed to reduce the number to 2% is nearly

1. 25t
2. 10t
3. 6t
4. 2t

97. 10g कार्बन युक्त लकड़ी का एक प्रतिदर्श 100 counts/min का ^{14}C क्षय दर दर्शाता है । शुद्ध ^{14}C की क्षय दर एक जीवित जीव में 15 क्षय/min प्रति ग्राम कार्बन की है और ^{14}C की अर्द्धआयु 5730 साल है तो प्रतिदर्श की आयु है

1. 200 yr.
2. 3350 yr.
3. 2000 yr.
4. 33500 yr.

97. A sample of the wood contain 10g of carbon and shows a ^{14}C decay rate of 100 counts/min. If the decay rate of ^{14}C in a living organism is 15 decays/min per gram of carbon and the half life of ^{14}C is 5730 yr., then the age of the sample is

1. 200 yr.
2. 3350 yr.
3. 2000 yr.
4. 33500 yr.

98. एक स्रोत 200 KeV गामा किरण फोटॉन उत्सर्जित करता है जो कि NaI (Tl) क्रिस्टल संसूचक द्वारा 10^3 counts/sec की काउन्टन दर पर संसूचित किए जाते हैं। 1% से कम सांख्यिकीय त्रुटि हेतु कम-से-कम संसूचन-काल होना चाहिए

1. 0.1 sec.
2. 1 sec.
3. 10 sec.
4. 100 sec.

भाग-ख/PART-B

Q.31. एक खोखला संवृत चालक बाह्य वैद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ में रखा है। तब साम्यावस्था में गुहिका के अंदर वैद्युत क्षेत्र है

(1) $\vec{E}$
(2) 0
(3) $\vec{E}$ से कम लेकिन शून्येतर
(4) $\vec{E}$ से अधिक

Q.31. A hollow, closed conductor is placed in an external electric field $\vec{E}$. Then, at equilibrium, the electric field within the cavity is

(1) $\vec{E}$
(2) 0
(3) can be less than $\vec{E}$ but non-zero
(4) greater than $\vec{E}$

Q.32. अपवर्तनांक $n(\omega)$ के साथ एक माध्यम, जहाँ ω आवृत्ति है, असंगत विक्षेपण युक्त कहा जाता है जब :

(1) $\frac{\partial n}{\partial \omega} > 0$
(2) $\frac{\partial n}{\partial \omega} < 0$
(3) $\frac{\partial^2 n}{\partial \omega^2} > 0$
(4) $\frac{\partial^2 n}{\partial \omega^2} < 0$

Q.32. A medium with refractive index $n(\omega)$, where ω is the frequency, is said to possess anomalous dispersion when

(1) $\frac{\partial n}{\partial \omega} > 0$
(2) $\frac{\partial n}{\partial \omega} < 0$
(3) $\frac{\partial^2 n}{\partial \omega^2} > 0$
(4) $\frac{\partial^2 n}{\partial \omega^2} < 0$

Q.33. एक क्षेत्र $\vec{F} = yz\hat{i} + zx\hat{j} + xy\hat{k}$ निम्न में से क्या दर्शा सकता है

(1) केवल स्थिरचुम्बकी क्षेत्र
(2) केवल स्थिरवैद्युत क्षेत्र
(3) दोनों स्थिरचुम्बक और स्थिरवैद्युत क्षेत्र
(4) न तो स्थिरवैद्युत और न ही स्थिरचुम्बक क्षेत्र

Q.33. The field $\vec{F} = yz\hat{i} + zx\hat{j} + xy\hat{k}$ may represent

(1) only magnetostatic field
(2) only an electrostatic field
(3) both electrostatic and magnetostatic field
(4) neither electrostatic nor magnetostatic field

98. A source emits 200 KeV gamma ray photons which are detected by NaI (Tl) crystal detectors with a counting rate of 10^3 counts/sec. For the statistical error to be smaller than 1%, the counting time should be at least

1. 0.1 sec.
2. 1 sec.
3. 10 sec.
4. 100 sec.

99. एक संवाहक पट्टे पर गुजर रही वस्तुओं की संख्या की गणना करने के लिए एक अंकीय गणक चाहिए । प्रकाश सैल और प्रकाश स्रोत का संयोजन इसके पथ से जाने वाली प्रत्येक वस्तु के द्वारा एक स्पंद जनित करता है । गणक को अधिक से अधिक 2000 वस्तुओं की गणना करने युक्त होना चाहिए । गणक हेतु आवश्यक फ्लिप-फ्लाप की कम से कम संख्या होगी

1. 10
2. 11
3. 2000
4. 12

99. A digital counter is needed that will count the number of items passing on a conveyor belt. A photo cell and light source combination is used to generate a single pulse each time an item crosses its path. The counter has to be able to count as many as 2000 items. The minimum number of flip flops required for the counter are

1. 10
2. 11
3. 2000
4. 12

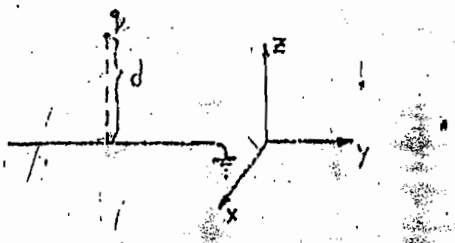
100. एक 10 बिट उत्तरोत्तर सन्निकटन ADC एक 100 kHz की घड़ी का उपयोग करता है । तब ADC का अधिकतम रूपान्तरण समय है

1. 2^{10} μ sec.
2. $(2^{10}-1)$ μ sec
3. 10 μ sec
4. 1 μ sec

100. A 10 bit successive approximation ADC utilizes a 100 kHz clock. The maximum conversion time of the ADC is

1. 2^{10} μ sec.
2. $(2^{10}-1)$ μ sec
3. 10 μ sec
4. 1 μ sec

Q.34. मान लीजिए कि बिंदु आवेश +q एक अनंत चालक प्लेट से d दूरी पर है जो भूसंपर्कित है।



आवेश द्वारा अनुभवित बल निम्न में से किसके द्वारा दर्शाया जा सकता है ?

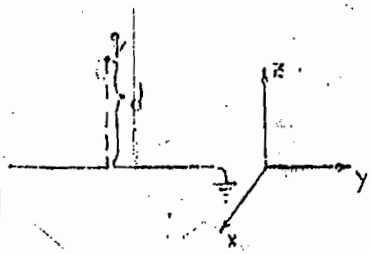
(1) $\vec{F} = +\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{d^2}\hat{k}$

(2) $\vec{F} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{d^2}\hat{k}$

(3) $\vec{F} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{(2d)^2}\hat{k}$

(4) $\vec{F} = +\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{(2d)^2}\hat{k}$

Q.34. Let a point charge +q be at a distance d from an infinite conducting plate which is grounded.



The force experienced by the charge is given by

(1) $\vec{F} = +\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{d^2}\hat{k}$

(2) $\vec{F} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{d^2}\hat{k}$

(3) $\vec{F} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{(2d)^2}\hat{k}$

(4) $\vec{F} = +\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{(2d)^2}\hat{k}$

Q.35. एक स्थिर वैद्युत परिसीमा मान समस्या में पृष्ठ आवेश घनत्व σ विनिर्दिष्ट है $x = 0$. विभव V के लिए संगत परिसीमा स्थिति, निम्न में से किस प्रकार लिखी जा सकती है :

(1) $\left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\right)_{x=0} = \frac{1}{\varepsilon_0}\sigma(y,z)$

(2) $\left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\right)_{x=0} = -\frac{1}{\varepsilon_0}\sigma(y,z)$

(3) $\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_{x=0} = +\frac{1}{\varepsilon_0}\sigma(y,z)$

(4) $\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_{x=0} = -\frac{1}{\varepsilon_0}\sigma(y,z)$

Q.35. In an electrostatic boundary value problem, the surface charge density σ is specified at $x = 0$. The corresponding boundary condition for potential V can be written as

(1) $\left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\right)_{x=0} = \frac{1}{\varepsilon_0}\sigma(y,z)$

(2) $\left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\right)_{x=0} = -\frac{1}{\varepsilon_0}\sigma(y,z)$

(3) $\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_{x=0} = +\frac{1}{\varepsilon_0}\sigma(y,z)$

(4) $\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_{x=0} = -\frac{1}{\varepsilon_0}\sigma(y,z)$

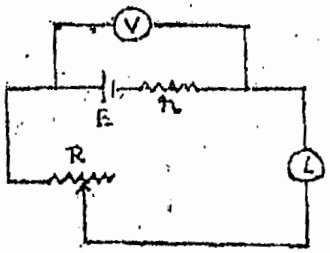
Q.36. एक क्रिस्टल की चुम्बकीय संरचना का निम्न में से किसका उपयोग करके अध्ययन किया जा सकता है :

(1) X-किरण विवर्तन
(2) प्रकाशीय अवशोषण स्पैक्ट्रोस्कोपी
(3) न्यूट्रॉन विवर्तन
(4) इलेक्ट्रॉन विवर्तन

Q.36. The magnetic structure of a crystal can be studied using:

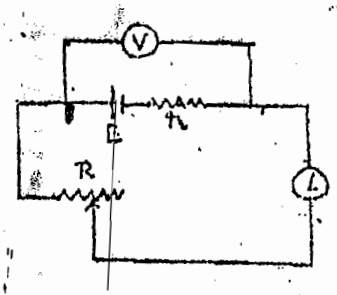
(1) X-ray diffraction
(2) Optical absorption spectroscopy
(3) Neutron diffraction
(4) Electron diffraction

Q.37. निम्न परिपथ पर विचार कीजिए जहाँ विभव अंतर V और धारा i घर प्रतिरोधक R द्वारा परिवर्तित हो सकते है। जब V = 5 वोल्ट, i का मान 1.0 amp है। लेकिन जब V = 4 वोल्ट होता है तब i का मान 2.0 amp है। ऐसा तभी हो सकता है जब E (वोल्ट) और r (ohm) के मान हों



(1) E = 1, r = 6
(2) E = 6, r = 3
(3) E = 3, r = 6
(4) E = 6, r = 1

Q.37. Consider the following circuit wherein the potential difference V and current i can be changed by means of the variable resistance R. When V = 5 volts, i has the value 1.0 amp. But when V = 4 volts i has the value 2.0 amp. This can happen when E (volt) and r (ohm) have the values



(1) E = 1, r = 6
(2) E = 6, r = 3
(3) E = 3, r = 6
(4) E = 6, r = 1

Q.38. एक घूर्णी पम्प जिसकी गति 300 l/sec है, को चालकत्व 100 l/sec के पाइप के द्वारा निर्वात कक्ष से योजित है। इस सीरीज संयोजन का l/sec में कुल चालकत्व होता है :

(1) 400
(2) 66.6
(3) 200
(4) 75

Q.38. A rotary pump of speed 300 l/sec is connected to a vacuum chamber through a pipe of conductance 100 l/sec. The total conductance of this series combination in l/sec is:

(1) 400
(2) 66.6
(3) 200
(4) 75

Q.39. NaI प्रस्फुरण संसूचक में प्रकाश शिखरों के उत्तम विभेदन को निम्न द्वारा प्राप्त किया जा सकता है :

(1) प्रयुक्त वोल्टता को बढ़ाकर
(2) प्रवर्धन को बढ़ाकर
(3) NaI क्रिस्टल के आकार को बढ़ाकर
(4) बहुचैनल विश्लेषक का उपयोग करके

Q.39. Better resolution of photopeaks in a NaI scintillation detector can be achieved by:

(1) Increasing the applied voltage.
(2) Increasing the amplification
(3) Increasing the size of the NaI crystal
(4) Using a multichannel analyser

Q.40. ठोस अवस्था विकिरण संसूचक मूलतः होता है एक

(1) p-n-डायोड
(2) p-n-p ट्रांजिस्टर
(3) n-p-n ट्रांजिस्टर
(4) फील्ड प्रभाव ट्रांजिस्टर

Q.41 एक ही स्रोत से उत्सर्जित दो गामा किरणों का संयोगी मापन किसके मापन में सहायता करता है ?

(1) उत्तेजित अवस्था की जीवन अवधि
(2) उत्तेजित अवस्था की ऊर्जा
(3) ऊर्जा स्तरों के क्रम
(4) उत्तेजित अवस्था का प्रचक्रण

Q.42 A = 100 ± 3 और B = 45 ± 2 दो स्वतंत्र मापित मात्राएं हैं । Z = A-2B अभिकलन में ΔZ मानक त्रुटि निम्न में से कौन सी है ?

(1) 10 ±1
(2) 10 ± 2
(3) 10 ± 3
(4) 10 ± 5

Q.43. फ्रैंक - हर्ट्ज प्रयोग से सिद्ध होता है

(1) प्लैंक का नियतांक h नियत है
(2) एक इलेक्ट्रॉन के e/m को मापा जा सकता है
(3) परमाणु ऊर्जा अवस्थाएं मात्रात्मक है
(4) इलेक्ट्रॉन प्रचक्रण करता है

Q.44. दो फिल्टर परिपथों को जिनमें से एक निम्न पास और दूसरा उच्च पास का है और जिनकी कट - ऑफ आवृत्तियां क्रमशः f_1 और f_2 हैं, उसी क्रम में, सीरीज में सोपानित किया जाता है । नया परिपथ निम्न में से किस प्रकार व्यवहार करेगा ।

(1) सर्वपारक यदि $f_1 < f_2$
(2) बैंड वर्जक यदि $f_1 < f_2$
(3) बैंड पारक यदि $f_2 < f_1$
(4) खांच फिल्टर यदि $f_2 < f_1$

Q.40. A solid state radiation detector is basically a

(1) p-n diode
(2) p-n-p transistor
(3) n-p-n transistor
(4) field effect transistor

Q.41. A coincidence measurement of two gamma rays originating from the same source helps in measuring the

(1) Lifetime of excited state
(2) Energy of excited state
(3) Ordering of energy levels
(4) Split of excited state

Q.42. A and B are two independently measured quantities having values A = 100 ± 3 and B = 45 ± 2. The standard error ΔZ in computing Z = A-2B is :

(1) 10 ±1
(2) 10 ± 2
(3) 10 ± 3
(4) 10 ± 5

Q.43. The Franck-Hertz experiment proved that

(1) Planck's constant h is constant.
(2) e/m of an electron can be measured.
(3) atomic energy states are quantitized.
(4) electron has spin.

Q.44. Two filter circuits, one low pass and the other high-pass with cut-off frequencies f_1 and f_2 respectively are cascaded serially in the same order. The new circuit behaves as a

(1) All-pass if $f_1 < f_2$
(2) Band stop if $f_1 < f_2$
(3) Band-pass if $f_2 < f_1$
(4) Notch filter if $f_2 < f_1$

Q.45. आयतन V में परिबद्ध N इलेक्ट्रॉनों की एक इलेक्ट्रॉन गैस की फर्मी ऊर्जा E_F निम्न में किसके आनुपातिक है ?

(1) $(N/V)^{2/3}$
(2) $(N/V)^{1/3}$
(3) $(V/N)^{1/3}$
(4) $(V/N)^{2/3}$

Q.45. Fermi energy E_F of an electron gas of N electrons confined in a volume V is proportional to:

(1) $(N/V)^{2/3}$
(2) $(N/V)^{1/3}$
(3) $(V/N)^{1/3}$
(4) $(V/N)^{2/3}$

Q.46. ऑक्सीजन के N_1 अणु ताप T पर आयतन V_1 में परिबद्ध है और उनकी ऐन्ट्रापी S_1 है । ऑक्सीजन के N_2 अणु ताप T पर आयतन V_2 में परिबद्ध हैं और उनकी ऐन्ट्रापी S_2 है । गैसों आयतन $V = V_1 + V_2$ में मिला दी जाती है । सम्मिश्रण की ऐन्ट्रापी S निम्न में से क्या है ?

(1) $S < S_1 + S_2$
(2) $S = S_1 + S_2$
(3) $S > S_1 + S_2$
(4) $RT\left(\ln\frac{V_1}{V_1+V_2} - \ln\frac{V_2}{V_1+V_2}\right)$

Q.46. N_1 molecules of oxygen are confined in volume V_1 at temperature T and have entropy S_1. N_2 molecules of oxygen are confined in volume V_2 at temperature T and have entropy S_2. The gases are mixed in a volume $V = V_1 + V_2$. The entropy S of the mixture is:

(1) $S < S_1 + S_2$
(2) $S = S_1 + S_2$
(3) $S > S_1 + S_2$
(4) $RT\left(\ln\frac{V_1}{V_1+V_2} - \ln\frac{V_2}{V_1+V_2}\right)$

Q.47. दाब $\leq 10^{-9}$ टॉर मापने हेतु प्रयुक्त गेज है :

(1) एक आयनीकरण गेज
(2) एक पिरानी गेज
(3) एक थर्मोकपल गेज
(4) एक बॉर्डन गेज

Q.47. The guage used for measuring pressures $\leq 10^{-9}$ Torr is:

(1) an Ionization gauge
(2) a Pirani gauge
(3) a Thermocouple gauge
(4) a Bourdon gauge

Q.48. एक निवेश एनालॉग वोल्टता 3V के लिए एक 4-बिट A/D कन्वर्टर 1001 अंकीय निर्गम उत्पादित करता है । निवेश एनालॉग वोल्टता 4V हेतु अंकीय निर्गम होगा :

(1) 1100
(2) 1010
(3) 1111
(4) 1011

Q.48. A 4-bit A/D converter produces a digital output of 1001 for an input analog voltage of 3V. For an input analog voltage of 4V the digital output will be:

(1) 1100
(2) 1010
(3) 1111
(4) 1011

Q.49. 10 K के आसपास के तापों को निम्न में से किसका उपयोग करके आसानी से मापा जा सकता है ?

(1) कापर - कोन्सटेंटन थर्मोकपल
(2) प्लेटीनम रोधी थर्मोकपल
(3) पायरोमीटर
(4) Si - डायोड थर्मामीटर

Q.49. Temperatures around 10 K can best be measured using:

(1) Copper-Constantan thermocouple.
(2) Platinum-Resistance thermometer
(3) Pyrometer
(4) Si-diode thermometer

Q 50. त्रिज्या R के एक ऐसे काले गोले पर विचार कीजिए जो ताप T पर दूर स्थित एक काले काय वाले पिंड जिसका ताप $T = 0$ है, को विकिरण भेज रहा है। अब गोले को त्रिज्या $R_1 > R$ के सकेन्द्री काले खोल से घेर दिया जाता है और उनमें साम्यावस्था स्थापित हो जाती है। खोल का ताप निम्न में से क्या होगा

(1) T

(2) $T(R_1 / R)^{1/2}$

(3) $T(R_1 / R)^{1/4}$

(4) $T(2)^{1/4}$

Q.51. निम्नलिखित अभिव्यक्तियों में से कौन सही है ?

(1) $dH = TdS + VdP$
जहाँ H ऐन्थेल्पी है

(2) $dF = SdT + PdV$
जहाँ F हेल्महोल्टज मुक्त ऊर्जा है

(3) $dG = SdT - VdP$
जहाँ G गिब्स फलन है

(4) $SdT = dE + PdV$
जहाँ E आंतरिक ऊर्जा है

Q 52. तीन विमों में मुक्त कण हेतु $\rho(E)$ अवस्थाओं का घनत्व निम्न में से किसके आनुपातिक होता है ?

(1) E^1
(2) E^0
(3) E^2
(4) $E^{1/2}$

Q.53. ताश के पत्ते की एक गड्डी में पान का इक्का, पान का बादशाह ..... पान की दुग्गी, हुक्म का इक्का, हुक्म का बादशाह, हुक्म की दुग्गी; ईंट का बादशाह ..... ईंट की दुग्गी और चिड़ी का इक्का, चिड़ी का बादशाह ..... चिड़ी की दुग्गी के क्रम में लगी है।
इसकी एंट्रापी है।

(1) $k \ln (52!)$

(2) शून्य

(3) $k \ln \frac{(13!)}{(52!)}$

(4) $k \ln \frac{(52!)}{(13!)}$

Q 50. Consider a black sphere of radius R at temperature T radiating to a distant black body object at $T = 0$. The sphere is now surrounded by a concentric black shell of radius $R_1 > R$ and the equilibrium established.
The temperature of the shell is:

(1) T

(2) $T(R_1 / R)^{1/2}$

(3) $T(R_1 / R)^{1/4}$

(4) $T(2)^{1/4}$

Q.51. Which of the following expressions are correct ?

(1) $dH = TdS + VdP$
Where H is enthalpy

(2) $dF = SdT + PdV$
where F is Helmholtz free energy

(3) $dG = SdT - VdP$
where G is Gibb's function

(4) $SdT = dE + PdV$
where E is internal energy

Q.52. Density of states $\rho(E)$ for a free particle in three dimensions is proportional to:

(1) E^1
(2) E^0
(3) E^2
(4) $E^{1/2}$

Q.53. A deck of playing cards is arranged as Heart Ace, Heart King .... Heart Two; Spade Ace, Spade King .... Spade Two; Diamond Ace, Diamond King .... Diamond Two; and Club Ace, Club King .... Club Two.
Its entropy is:

(1) $k \ln (52!)$

(2) Zero

(3) $k \ln \frac{(13!)}{(52!)}$

(4) $k \ln \frac{(52!)}{(13!)}$

Q.54. N प्रचक्रण ½ कणों और चुम्बकीय आघूर्ण μ प्रत्येक की एक गैस कमरे के ताप T पर $\vec{B}$ समान चुंबकीय प्रेरण में रखी है। तब गैस की औसत ऊर्जा होती है :

(1) $N\mu Be^{-\beta\mu B}$

(2) $-N\mu B\ e^{\beta\mu B}$

(3) $N\mu B\ (e^{\beta\mu B} + e^{-\beta\mu B})$

(4) $\dfrac{N\mu B(e^{-\beta\mu B} - e^{\beta\mu B})}{(e^{-\beta\mu B} + e^{\beta\mu B})}$

जहाँ $\beta = 1/K_BT$; K_B बोल्टसमेन स्थिरांक है

Q.55. निम्नलिखित कथनों में से कौन सा सही है ?

(1) आप एक ऐसा इंजिन बना सकते हैं जो चक्रों में संचालित होता है और ऊष्मा Q निष्कर्षित करता है तथा W के तुल्य कार्य करता है।

(2) आप एक ऐसा इंजिन बना सकते हैं जो चक्रों में संचालित होता है और ऊष्मा Q निष्कर्षित करता है तथा W के तुल्य से अधिक कार्य करता है।

(3) आप एक ऐसा इंजिन बना सकते है जो चक्रों में ऐसा संचलित होता है कि पूरे चक्र के दौरान ऐन्ट्रापी स्थिर रहती है।

(4) आप एक ऐसा इंजिन नहीं बना सकते हैं जो चक्रीय संचलित होता है और जो Q ऊष्मा का निष्कर्षण करता हो और W कार्य के समतुल्य कार्य करता हो।

Q.54. A gas of N spin ½ particles and magnetic moment μ each, is kept in uniform magnetic induction $\vec{B}$ at temperature T.
Then, average energy of the gas is:

(1) $N\mu Be^{-\beta\mu B}$

(2) $-N\mu B\ e^{\beta\mu B}$

(3) $N\mu B\ (e^{\beta\mu B} + e^{-\beta\mu B})$

(4) $\dfrac{N\mu B(e^{-\beta\mu B} - e^{\beta\mu B})}{(e^{-\beta\mu B} + e^{\beta\mu B})}$

Where $\beta = 1/K_BT$; K_B is Boltzmann Constant

Q.55. Which of the following statements is correct ?

(1) You can construct an engine operating in cycles, extracting heat Q and performing exactly equivalent work W.

(2) You can construct an engine operating in cycles extracting heat Q and performing more than equivalent amount of work W.

(3) You can have an engine operating cyclically such that the entropy remains constant throughout the cycle.

(4) You cannot construct a cyclically operating engine that will extract heat Q and perform equivalent amount of work W.

Q.56. एक भाप टरबाइन अंतर्ग्रहित ताप 407°C और रेचन ताप 117 °C के साथ प्रचालित होता है। टरबाइन में ऊष्मा निवेश Q है। अधिकतम कार्य जो टरबाइन कर सकती है

(1) 0.5 Q
(2) 0.37 Q
(3) Q
(4) 0.25 Q

Q.57. नियत आयतन और ताप के साथ एक तंत्र के लिए, उष्मागतिकी संतुलन अवस्था में किस से दी विराम निम्नतम के साथ होता है ?

(1) हेल्महोल्ट्ज मुक्त ऊर्जा
(2) गिब्स उष्मागतिकी विभव
(3) आंतरिक ऊर्जा
(4) ऐन्थैल्पी

Q.58. आर्गन परमाणुओं की एक गैस V आयतन और P दाब के एक पात्र में रखी गई है और ताप T पर ऊष्मा स्नान के साथ संतुलन में है। गैस में आर्गन परमाणु की औसत ऊर्जा है :

(1) RT
(2) $3K_BT$
(3) $3/2\ K_BT$
(4) $3\ RT$

जहाँ K_B बोल्टज्मैन स्थिरांक है

Q.59. रासायनिक विभव μ है :

(1) कमरे के ताप (RT) पर फर्मी डिराक सांख्यिकी (FD) में धनात्मक और बोस - आइंस्टीन सांख्यिकी (BE) में धनात्मक
(2) RT पर FD में धनात्मक और BE में ऋणात्मक
(3) मैक्सवेल - बोल्टज्मैन सांख्यिकी में ऋणात्मक और RT पर FD में ऋणात्मक
(4) सभी तीनों सांख्यिकियों में सदैव धनात्मक

Q.56. A steam turbine is operated with an intake temperature 407°C and exhaust temperature 117 °C. Heat input to the turbine is Q. The maximum work turbine can do is:

(1) 0.5 Q
(2) 0.37 Q
(3) Q
(4) 0.25 Q

Q.57. For a system with constant volume and temperature, the thermodynamic equilibrium corresponds to the state with minimum ?

(1) Helmholth free energy
(2) Gibbs thermodynamic potential
(3) Internal energy
(4) Enthalpy

Q.58. A gas of argon atoms is kept in a container of volume V and pressure P and is in equilibrium with a heat bath at temperature T. The average energy of an argon atom in the gas is:

(1) RT
(2) $3K_BT$
(3) $3/2\ K_BT$
(4) $3\ RT$

Where K_B is Boltzman constant

Q.59. The chemical potential μ is:

(1) Positive in Fermi-Dirac Statistics (FD) and positive in Bose-Einstein Statistics (BE) at room temperature (RT).
(2) Positive in FD and negative in BE at RT.
(3) Negative in Maxwell-Boltzmann statistics and negative in FD at RT.
(4) Always positive in all the three statistics.

Q.60. प्रचालक x और p_x इस प्रकार प्रदर्शित किये जाते हैं (a) $p_x \to \hat{p}_x$, $x \to ih\frac{\partial}{\partial p_x}$.

$[\hat{x}, \hat{p}_x]$ का मान निम्न में से क्या है ?

(1) शून्य
(2) $i\hat{x}\hbar$
(3) ih
(4) $\hbar$

Q.60. The operators x and p_x are represented as $p_x \to \hat{p}_x$, $x \to ih\frac{\partial}{\partial p_x}$.

The value of $[\hat{x}, \hat{p}_x]$ is

(1) zero
(2) $i\hat{x}\hbar$
(3) ih
(4) $\hbar$

Q.61. दो सर्वसम फरमियोन के प्रकीर्णन पर विचार कीजिए। यदि दो कण एक स्पिन सिंगलेट अवस्था में हैं, तो अवकली क्षेत्रफल, निम्न में से किस प्रकीर्णन आयाम से संबंधित है ?

(1) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta)|^2 + |f(\pi-\theta)|^2$

(2) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta)|^2 - |f(\pi-\theta)|^2$

(3) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(0) - f(\pi-\theta)|^2$

(4) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta) + f(\pi-\theta)|^2$

Q.61. Consider the scattering of two identical fermions. If the two particles are in a spin singlet state, the differential cross section relates to the scattering amplitude as

(1) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta)|^2 + |f(\pi-\theta)|^2$

(2) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta)|^2 - |f(\pi-\theta)|^2$

(3) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(0) - f(\pi-\theta)|^2$

(4) $\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta) + f(\pi-\theta)|^2$

Q.62. $\psi_1(\vec{r}_1);\psi_2(\vec{r}_2)$ और $\psi_3(\vec{r}_3)$ अवस्था में लिथियम के तीन इलेक्ट्रॉन हैं। तीन इलेक्ट्रॉनों के (एक साथ) तरंग फलन निम्न में से किस प्रकार लिखे जा सकते हैं :

(1) $\psi_1(\vec{r}_1)\psi_2(\vec{r}_2)\psi_3(\vec{r}_3)$

(2) $(\psi_1(\vec{r}_1)\psi_2(\vec{r}_2) - \psi_1(\vec{r}_2)\psi_2(\vec{r}_1))\ \psi_3(\vec{r}_3)$

(3) $(\psi_1(\vec{r}_1)\psi_2(\vec{r}_2) + \psi_1(\vec{r}_2)\psi_2(\vec{r}_1))\ \psi_3(\vec{r}_1)$

(4) $\frac{1}{\sqrt{6}}\begin{vmatrix} \psi_1(\vec{r}_1) & \psi_2(\vec{r}_1) & \psi_3(\vec{r}_1) \\ \psi_1(\vec{r}_2) & \psi_2(\vec{r}_2) & \psi_3(\vec{r}_2) \\ \psi_1(\vec{r}_3) & \psi_2(\vec{r}_3) & \psi_3(\vec{r}_3) \end{vmatrix}$

Q.62. Lithium has three electrons in the state $\psi_1(\vec{r}_1);\psi_2(\vec{r}_2)$ and $\psi_3(\vec{r}_3)$.
The wavefunction of the three electrons (together) can be written as

(1) $\psi_1(\vec{r}_1)\psi_2(\vec{r}_2)\psi_3(\vec{r}_3)$

(2) $(\psi_1(\vec{r}_1)\psi_2(\vec{r}_2) - \psi_1(\vec{r}_2)\psi_2(\vec{r}_1))\ \psi_3(\vec{r}_3)$

(3) $(\psi_1(\vec{r}_1)\psi_2(\vec{r}_2) + \psi_1(\vec{r}_2)\psi_2(\vec{r}_1))\ \psi_3(\vec{r}_1)$

(4) $\frac{1}{\sqrt{6}}\begin{vmatrix} \psi_1(\vec{r}_1) & \psi_2(\vec{r}_1) & \psi_3(\vec{r}_1) \\ \psi_1(\vec{r}_2) & \psi_2(\vec{r}_2) & \psi_3(\vec{r}_2) \\ \psi_1(\vec{r}_3) & \psi_2(\vec{r}_3) & \psi_3(\vec{r}_3) \end{vmatrix}$

Q.63. आवृत्ति ω की एक विमीय सरल आवर्ती दोलक हेतु हैमिल्टनी इस प्रकार लिखी जा सकती है $H = (a^{\dagger} a + \frac{1}{2}) \hbar \omega$, जहाँ a और $a^{\dagger}$ क्रमशः विलोपन और निर्माण प्रचालक हैं। यदि $N = a^{\dagger} a$ संख्या प्रचालक है तब क्रमविनिमयक $[N, (a^{\dagger})^2]$ है

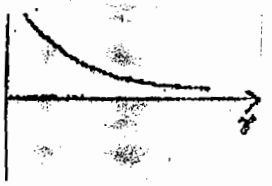
(1) $a^{\dagger}$
(2) $2a^{\dagger}$
(3) $a^{\dagger 2}$
(4) $2a^{\dagger 2}$

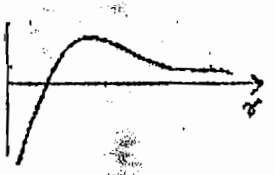
Q.63. For one-dimensional harmonic oscillator of frequency ω the Hamiltonian may be written as $H = (a^{\dagger} a + \frac{1}{2}) \hbar \omega$, where a and $a^{\dagger}$ are the annihilation and creation operators respectively. If $N = a^{\dagger} a$ is the number operator, then the commutator $[N, (a^{\dagger})^2]$ is

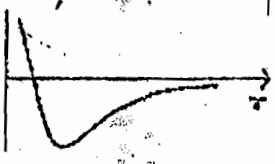
(1) $a^{\dagger}$
(2) $2a^{\dagger}$
(3) $a^{\dagger 2}$
(4) $2a^{\dagger 2}$

Q.64. हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन की गति हेतु प्रभावी त्रिज्यीय विभव का रूप है

$$V(r) = -\frac{K}{r} + \frac{l(l+1)\hbar^2}{2mr^2}$$ जहाँ K अन्योन्य क्रिया की सामर्थ्य है, l कोणीय संवेग क्वांटम संख्या है और m कण की संहति है। $V(r)$ का विचरण r के साथ निम्न में से किसके द्वारा दिया जाता है ?

1) 

2) 

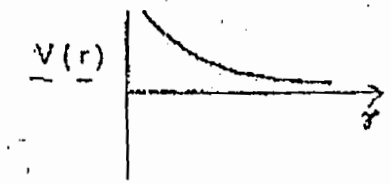
3) 

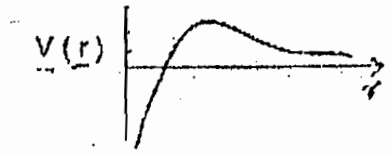
4)

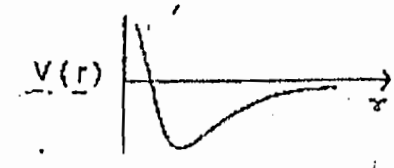
Q.64. The effective radial potential for the motion of the electron in the hydrogen atom is of the form

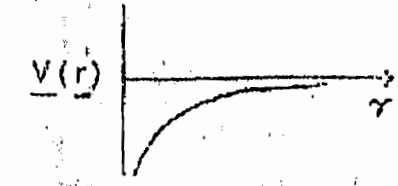
$$V(r) = -\frac{K}{r} + \frac{l(l+1)\hbar^2}{2mr^2}$$

Where K is strength of interaction, l is angular momentum quantum number and m is mass of the particle. The variation of $V(r)$ with r is given by

1) 

2) 

3) 

4) 

Q.65 एक विमीय सरल आवर्ती दोलक हेतु मान लीजिए कि $\Psi_n(x)$ n-वीं क्वांटम अवस्था की आइगेन अवस्था दर्शाता है। निम्न में से कौन सा कथन सत्य है ?

(1) जब n सम है तब $\Psi_n(x)$ की समता सम है।
(2) जब n सम है तब $\Psi_n(x)$ की समता असम है।
(3) जब n असम है तब $\Psi_n(x)$ की समता सम है।
(4) $\Psi_n(x)$ की समता मिश्रित है।

Q.65. For a one-dimensional harmonic oscillator, let $\Psi_n(x)$ denote the eigenstate of the n th quantum state. Which one of the statements is correct?

(1) Parity of $\Psi_n(x)$ is even when n is even.
(2) Parity of $\Psi_n(x)$ is odd when n is even.
(3) Parity of $\Psi_n(x)$ is even when n is odd.
(4) $\Psi_n(x)$ has mixed parity.

Q.66. वेग 30 m/s और वेग 10^7 m/s के साथ 46 gm गोल्फ बॉल की दे ब्रोगली तरंग देर्घ्य निम्न में से क्या है ?

(1) $4.8 \times 10^{-34} m$
(2) $4.8 \times 10^{-28} m$
(3) $9.6 \times 10^{28} m$
(4) $9.6 \times 10^{34} m$

Q.66. The de Broglie wavelength of a 46 gm golf ball with a velocity of 30 m/s and velocity 10^7 m/s is

(1) $4.8 \times 10^{-34} m$
(2) $4.8 \times 10^{-28} m$
(3) $9.6 \times 10^{28} m$
(4) $9.6 \times 10^{34} m$

Q.67. x-अक्ष तक सीमित एक कण का तरंग फलन $\psi = \sqrt{3}\, x$, $x = 0$ और $x = 1$ के बीच है; $\psi = 0$ अन्यत्र कण की स्थिति का प्रत्याशित मान $< x >$ है

(1) 0
(2) ½
(3) 1
(4) ¾

Q.67. A particle limited to the x-axis has the wave function $\psi = \sqrt{3}\, x$ between $x = 0$ and $x = 1$; $\psi = 0$ elsewhere. The expectation value $< x >$ of the particle's position is

(1) 0
(2) ½
(3) 1
(4) ¾

Q.68. हाइड्रोजन परमाणु के लिए एजिमुथल तरंग फलन है : $\Phi(\varphi) = A\, e^{im\varphi}$
जहाँ m चुंबकीय क्वांटम संख्या है। यदि $\Phi(\varphi)$ सामान्यीकृत है, सामान्यीकरण स्थिरांक A का मान निम्न में से क्या है ?

(1) $\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$
(2) $\frac{1}{2\sqrt{m\pi}}$
(3) $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$
(4) $\frac{1}{\sqrt{2m\pi}}$

Q.68. The azimuthal wave function for the hydrogen atom is : $\Phi(\varphi) = A\, e^{im\varphi}$
where m is the magnetic quantum number. If $\Phi(\varphi)$ is normalized, the value of the normalization constant A is

(1) $\frac{1}{2\sqrt{\pi}}$
(2) $\frac{1}{2\sqrt{m\pi}}$
(3) $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$
(4) $\frac{1}{\sqrt{2m\pi}}$

Q.69. एक कण एक आपेक्षिकीय गति से घूमता है जैसे कि इसकी ऊर्जा उसकी शेष द्रव्यमान ऊर्जा की दो गुनी है। कण की गति है

(1) $v = \frac{c}{2}$

(2) $v = \frac{3}{4}$

(3) $v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$

(4) $v = c$

Q.69. A particle moves with a relativistic speed such that its energy is twice the rest mass energy. The speed of the particle is

(1) $v = \frac{c}{2}$

(2) $v = \frac{3}{4}$

(3) $v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$

(4) $v = c$

Q.70. निम्न तरंग फलनों में से कौन x के सभी मानों हेतु एक-विमीय श्रोडिंगर समीकरण का एक परिबद्ध - अवस्था हल हो सकता है ?

(1) $\psi = A \sec x$

(2) $\psi = A e^{x}$

(3) $\psi = A e^{x^2}$

(4) $\psi = A e^{-x^2}$

Q.70. Which of the following wavefunctions can be a bound-state solution of the one-dimensional Schrödinger equation for all values of x ?

(1) $\psi = A \sec x$

(2) $\psi = A x^2$

(3) $\psi = A e^{x^2}$

(4) $\psi = A e^{-x^2}$

Q.71. एक क्वांटम तंत्र हेतु श्रोडिंगर समीकरण एक रैखिक अवकल समीकरण है जिसका प्ररूप निम्न में से कौन है ?

(1) काल में प्रथम कोटि और दिक में प्रथम कोटि

(2) दिक में प्रथम कोटि और काल में द्वितीय कोटि

(3) दिक में द्वितीय कोटि और काल में प्रथम कोटि

(4) दिक में द्वितीय कोटि और काल में द्वितीय कोटि

Q.71. The Schrödinger equation for a quantum system is a linear differential equation of the type

(1) first order in time and first order in space.

(2) first order in space and second order in time.

(3) second order in space and first order in time.

(4) second order in space and second order in time.

Q.72. पॉली के प्रचक्रण चालक σ_x, σ_y, σ_z मैट्रिक्सों 2 x 2 द्वारा निरूपित किए जाते हैं ये हैं

(1) सभी सममित और अनुरेखहीन

(2) सभी लंबकोणीय और अनुरेखहीन

(3) सभी हर्मिटी और अनुरेखहीन

(4) केवल σ_z हर्मिटी और अनुरेखहीन है।

Q.72. Pauli's spin operators σ_x, σ_y, σ_z are represented by 2 x 2 matrices. These are

(1) all symmetric and traceless

(2) all orthogonal and traceless

(3) all hermitian and traceless

(4) only σ_z is hermitian and traceless

Q.73. दो तरंगों

$u_1(x, t) = A \sin(kx - \omega t)$

और

$u_2(x,t) = A \sin(kx + \omega t)$

का रैखिक अध्यारोपण किया जाता है । तब परिणामी तरंग का अधिकतम आयाम निम्न में से किन बिन्दुओं पर होता है ?

(1) $x = \frac{\pi}{k}, \frac{3\pi}{k}, \frac{5\pi}{k}, \ldots$

(2) $x = \frac{\pi}{2k}, \frac{3\pi}{2k}, \frac{5\pi}{2k}, \ldots$

(3) $x = 0, \frac{\pi}{4k}, \frac{3\pi}{4k}, \ldots$

(4) $x = \frac{\pi}{4k}, \frac{3\pi}{4k}, \frac{5\pi}{4k}, \ldots$

Q.73. A linear superposition of two waves

$u_1(x, t) = A \sin(kx - \omega t)$

and

$u_2(x,t) = A \sin(kx + \omega t)$

is made. Then the maximum amplitude of the resultant wave occurs at the points

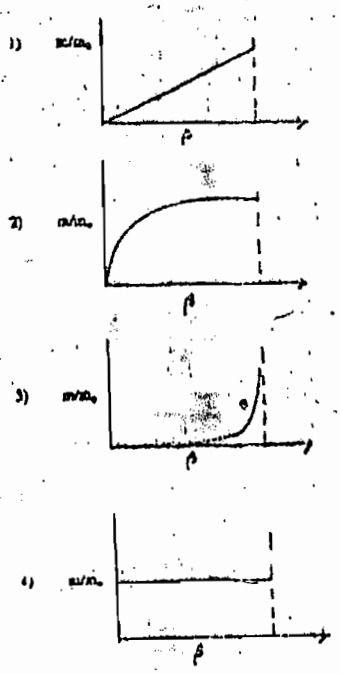
(1) $x = \frac{\pi}{k}, \frac{3\pi}{k}, \frac{5\pi}{k}, \ldots$

(2) $x = \frac{\pi}{2k}, \frac{3\pi}{2k}, \frac{5\pi}{2k}$

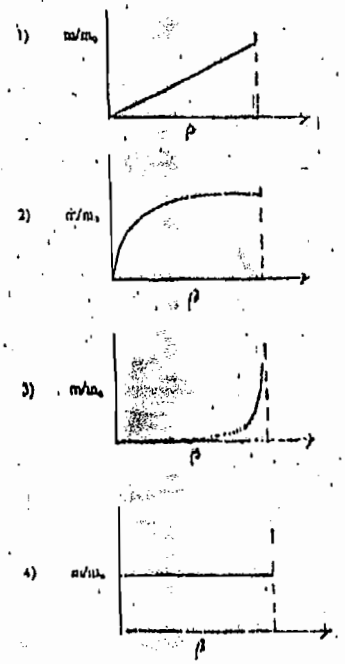
(3) $x = 0, \frac{\pi}{4k}, \frac{3\pi}{4k}, \ldots$

(4) $x = \frac{\pi}{4k}, \frac{3\pi}{4k}, \frac{5\pi}{4k}, \ldots$

Q.74. एक कण जो आपेक्षिकीय गति से घूम रहा है, के आपेक्षिकीय संहति और इसकी विश्राम संहति (m/m_0) का अनुपात $\beta = v/c$ प्राचल के अनुसार निम्न में से किस प्रकार विचरित होता है



Q.74. For a particle moving with relativistic speed, the ratio of its relativistic mass to its rest mass (m/m_0) varies with the parameter $\beta = v/c$ as



Q.75. प्रकीर्णित α - कण के चिरसम्मत ऐनालाग में, प्रकीर्णन अनुप्रस्थ काट, कण की ऊर्जा E के साथ कैसे विचरित होती है ?

(1) E^{-2}
(2) E^{2}
(3) E^{-1}
(4) E

Q.75. In the classical analog of α-particle scattering, the scattering cross section varies with the energy E of the particle as

(1) E^{-2}
(2) E^{2}
(3) E^{-1}
(4) E

Q.76. 6 और 4 संहति के दो खगोलीय पिंड अपने परस्पर केन्द्रीय बल के प्रभाव में गति करते हैं। निज गति के लिए समायोजित हुए बीज एक समान गति वाले कण की किस संहति के संगत है ?

(1) 10 इकाई
(2) 2.4 इकाई
(3) 6 इकाई
(4) 4 इकाई

Q.76. Two heavenly bodies of masses 6 and 4 units move under the influence of their mutual central force. Separating out the centre of mass motion, the resultant one-body motion corresponds to a particle of mass

(1) 10 units
(2) 2.4 units
(3) 6 units
(4) 4 units

Q.77. एक रैखिक सममित त्रिपरमाणुक अणु जिसकी संहतियाँ 1, 2 और 1 इकाई हैं, इकाई बल स्थिरांक की स्प्रिंग से जुड़ा है किस निम्न शून्येतर प्रसामान्य आवृत्तियों के सामान्य मोडों को स्वीकारता है ?

(1) 1, 1
(2) 1, 2
(3) 1, $\sqrt{2}$
(4) 1, $\sqrt{3}$

Q.77 A linear symmetric triatomic molecule consisting of masses 1, 2 and 1 units connected by springs of unit force constant admits normal modes of following nonzero normal frequences:

(1) 1, 1
(2) 1, 2
(3) 1, $\sqrt{2}$
(4) 1, $\sqrt{3}$

Q.78. तरंग समीकरण

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2} - \frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} - \alpha\,\frac{\partial^4\psi}{\partial x^4} = 0 \quad (\alpha : \text{प्राचल})$$

द्वारा स्वीकार्य संचरित तरंगों के लिए प्रकीर्णन संबंध है

(1) $\omega = \pm \sqrt{k^2 + \alpha k^4}$
(2) $\omega = \pm \sqrt{k + \alpha k^2}$
(3) $\omega = \pm (k^2 + \alpha k^4)$
(4) $\omega = \pm (k + \alpha k^2)$

Q.78. The dispersion relation for travelling waves admitted by the wave equation

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2} - \frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} - \alpha\,\frac{\partial^4\psi}{\partial x^4} = 0$$

(α : parameter)
is

(1) $\omega = \pm \sqrt{k^2 + \alpha k^4}$
(2) $\omega = \pm \sqrt{k + \alpha k^2}$
(3) $\omega = \pm (k^2 + \alpha k^4)$
(4) $\omega = \pm (k + \alpha k^2)$

Q.79. लैग्रांजी के संगत तंत्र के उपेक्षणीय निर्देशांक

$L = \frac{1}{2}(\dot{\theta}^2 + \dot{\phi}^2 \sin^2\theta) + \frac{1}{2}(\psi + \dot{\phi}\cos\theta)^2 - \cos\theta$, जहाँ θ, ϕ और ψ सामान्यीकृत निर्देशांक हैं और k एक नियत प्राचल है, है

(1) θ और ϕ
(2) ϕ और ψ
(3) ψ और θ
(4) θ, ϕ और ψ

Q.79. Ignorable coordinates of the system corresponding to the Lagrangian

$L = \frac{1}{2}(\dot{\theta}^2 + \dot{\phi}^2 \sin^2\theta) + \frac{1}{2}(\psi + \dot{\phi}\cos\theta)^2 - k\cos\theta$, where θ, ϕ and ψ are generalized coordinates and k is a constant parameter, are

(1) θ and ϕ
(2) ϕ and ψ
(3) ψ and θ
(4) θ, ϕ and ψ

Q.80. एक N - कण बाह्य बलों द्वारा तंत्र प्रभावित है। लगाया गया बल आघूर्ण शून्य है लेकिन कुल बाह्य बल नहीं। मान लीजिए कि कुल रेखीय संवेग $\vec{P}$ है और $\vec{L}$ कुल कोणीय संवेग है। तब निम्न में से कौन सा कथन सत्य है?

(1) कोई भी संरक्षित मात्रा नहीं है
(2) $\vec{P}$ संरक्षित है
(3) $\vec{L}$ संरक्षित है
(4) दोनों $\vec{P}$ और $\vec{L}$ संरक्षित हैं

Q.80. An N-particle system is being acted upon by external forces. The applied torque is zero but the total external force is not. Let $\vec{P}$ be the total linear momentum and $\vec{L}$ be the total angular momentum. Then which of the following statement is true ?

(1) There is no conserved quantity
(2) $\vec{P}$ is conserved
(3) $\vec{L}$ is conserved
(4) Both $\vec{P}$ and $\vec{L}$ are conserved

Q.81. एक कण पर प्रतिलोम वर्ग बल $\vec{F} = -\frac{k}{r^2}\hat{r}$ लग रहा है तंत्र की हेमिल्टोनियन है

(1) $H = \frac{\vec{p}.\vec{p}}{2m} - \frac{k}{r}$
(2) $H = \frac{\vec{p}.\vec{p}}{2m} + \frac{k}{r}$
(3) $H = \frac{\vec{p}.\vec{p}}{2m} - \frac{k}{r^2}$
(4) $H = \frac{\vec{p}.\vec{p}}{2m} + \frac{k}{r^2}$

Q.81. A particle is being acted upon by the inverse square force $\vec{F} = -\frac{k}{r^2}\hat{r}$ The Hamiltonian of the system is

(1) $H = \frac{\vec{p}.\vec{p}}{2m} - \frac{k}{r}$
(2) $H = \frac{\vec{p}.\vec{p}}{2m} + \frac{k}{r}$
(3) $H = \frac{\vec{p}.\vec{p}}{2m} - \frac{k}{r^2}$
(4) $H = \frac{\vec{p}.\vec{p}}{2m} + \frac{k}{r^2}$

Q.91. वेक्टर $2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$, के साथ एक वस्तु को उस समय चलाने पर जब उस पर $\vec{F} = \hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k}$ बल लगाया जा रहा है, कितना कार्य किया जाता है ?

(1) शून्य
(2) 29
(3) $\sqrt{38}$
(4) 3

Q.91. The work done in moving an object along a vector $2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$, when a force $\vec{F} = \hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k}$ is applied, is

(1) zero
(2) 29
(3) $\sqrt{38}$
(4) 3

Q.92. $(1, 1, 1)$ पर $(\hat{i} + \hat{j} + \hat{k})$ की दिशा के साथ $\phi(x, y, z) = \frac{1}{2}(x^2 + y^2 + z^2)$ का दिक् अवकलज निम्न में से कौन है ?

(1) 3
(2) 2
(3) 1
(4) शून्य

Q.92. The directional derivative of $\phi(x, y, z) = \frac{1}{2}(x^2 + y^2 + z^2)$ at $(1, 1, 1)$ along the direction $(\hat{i} + \hat{j} + \hat{k})$ is

(1) 3
(2) 2
(3) 1
(4) zero

Q.93. एक रैखिक वेक्टर समष्टि के ऊपर परिभाषित नीचे दिए गए वेक्टर्स के चार समुच्चयों में से पारस्परिक लंबकोणीय वेक्टर्स वाला समुच्चय कौन है ?

(1) $[1, 1, 1]$, $[1, -1, 0]$, $[1, -1, 1]$
(2) $[1, 0, i]$, $[0, 1, 0]$, $[i, 0, 1]$
(3) $[1, 0, -i]$, $[0, 1, 0]$, $[i, 0, 1]$
(4) $[1, 0, 0]$, $[0, 2, 0]$, $[1, 1, 0]$

Q.93. In the four sets of vectors given below defined over a linear vector space, the set containing mutually orthogonal vectors is:

(1) $[1, 1, 1]$, $[1, -1, 0]$, $[1, -1, 1]$
(2) $[1, 0, i]$, $[0, 1, 0]$, $[i, 0, 1]$
(3) $[1, 0, -i]$, $[0, 1, 0]$, $[i, 0, 1]$
(4) $[1, 0, 0]$, $[0, 2, 0]$, $[1, 1, 0]$

Q.94. कोटि 4 के सर्वाधिक व्यापक हर्मिटी के स्वतंत्र वास्तविक प्राचलों की संख्या है :

(1) 4
(2) 8
(3) 16
(4) 32

Q.94. The number of independent real parameters of a most general hermitian matrix of order 4 is:

(1) 4
(2) 8
(3) 16
(4) 32

Q.95. आव्यूह $\begin{bmatrix} 0 & 0 & -i \\ 0 & 2 & 0 \\ i & 0 & 0 \end{bmatrix}$ के आइगेन मान निम्न में से क्या होते हैं ?

(1) शुद्धतः काल्पनिक
(2) जटिल
(3) वास्तविक
(4) शून्य

Q.95. The eigen values of the matrix $\begin{bmatrix} 0 & 0 & -i \\ 0 & 2 & 0 \\ i & 0 & 0 \end{bmatrix}$ are

(1) Purely imaginary
(2) Complex
(3) Real
(4) Zero

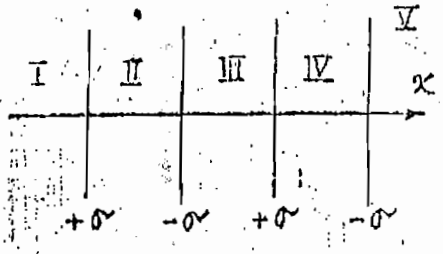
Q.96. मान लीजिए कि दक्षिण वृत्तीय ध्रुवित प्रकाश एक साधारण दर्पण पर लम्बवत् आपतित होता है। परावर्तित प्रकाश है

(1) दीर्घवृत्तीय ध्रुवित
(2) दक्षिण वृत्तीय ध्रुवित
(3) वाम वृत्तीय ध्रुवित
(4) रैखिक ध्रुवित

Q.96. Let a right circularly polarized light be incident normally on an ordinary mirror. The reflected light is

(1) elliptically polarized
(2) right circularly polarized
(3) left circularly polarized
(4) linearly polarized

Q.97. जैसा कि निम्न चित्र में दर्शाया गया है, चार अपरिमित चालक प्लेटों के समान मात्रा में, पर विपरीत, एकसमान आवेश घनत्व, $\pm\sigma$ हैं। I, II, III, IV और V में स्थिरवैद्युत क्षेत्र क्रमशः निम्न में से किसके द्वारा प्रदान किया जाता है



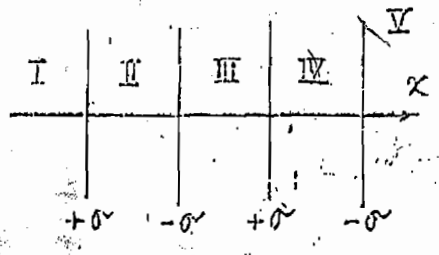
(1) $0, \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, 0, \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, 0$

(2) $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, 0, \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, 0, \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}$

(3) $0, \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, -\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, 0$

(4) $0, +\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{x}, +\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, 0$

Q.97. Four infinite conducting plates carry equal but opposite uniform charge densities $\pm\sigma$ as shown. The electrostatic fields in the regions I, II, III, IV and V are given respectively by



(1) $0, \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, 0, \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, 0$

(2) $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, 0, \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, 0, \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}$

(3) $0, \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, -\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, 0$

(4) $0, +\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{x}, +\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{x}, 0$

Q.98 एक आवेश q संयुक्त वैद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ और चुम्बकीय प्रेरण $\vec{B}$ में गति करता है। तब, जैसे आवेश गति करता है

(1) दोनों ही वैद्युत क्षेत्र और चुम्बकीय प्रेरण उस पर कार्य करते हैं।

(2) वैद्युत क्षेत्र कार्य करता है लेकिन चुम्बकीय प्रेरण कार्य नहीं करता है।

(3) चुम्बकीय प्रेरण कार्य करता है लेकिन वैद्युत क्षेत्र कार्य नहीं करता है।

(4) दोनों ही वैद्युत क्षेत्र और चुम्बकीय प्रेरण उस पर कार्य नहीं करते हैं।

Q.98. A charge q moves in a combined electric field $\vec{E}$ and magnetic induction $\vec{B}$. Then, as the charge moves

(1) Both the electric field and magnetic induction do work on it.

(2) The electric field does work but magnetic induction does no work on it.

(3) Magnetic induction does work but electric field does no work on it.

(4) Both electric field and magnetic induction do no work on it.

Q.99. आवेश मुक्त और धारा मुक्त समष्टि में निम्नलिखित में से कौन सत्य है :

(1) $\vec{\nabla} \times \vec{H} = \dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(2) $\vec{\nabla} \times \vec{H} = 0$

(3) $\vec{\nabla} \times \vec{H} = \dfrac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

(4) $\vec{\nabla} \times \vec{H} = -\dfrac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

Q.99. In charge free and current free space, the following is true:

(1) $\vec{\nabla} \times \vec{H} = \dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

(2) $\vec{\nabla} \times \vec{H} = 0$

(3) $\vec{\nabla} \times \vec{H} = \dfrac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

(4) $\vec{\nabla} \times \vec{H} = -\dfrac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

Q.100. मान लीजिए $\vec{A}$ और φ क्रमशः वेक्टर और अदिश विभव को दर्शाते हैं, जो कि लारेन्ट्ज गेज निश्चर हैं। $\vec{A}$ और φ संतुष्ट करते हैं

(1) $\text{div}\ \vec{A} + \dfrac{1}{c}\dfrac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$

(2) $\text{div}\ \vec{A} + \dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$

(3) $\nabla^2 \vec{A} + \dfrac{1}{c}\dfrac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$

(4) $\nabla^2 \vec{A} + \dfrac{1}{c}\dfrac{\partial \vec{A}}{\partial t} = 0$

Q.100. Let $\vec{A}$ and φ denote the vector and scalar potentials, respectively, which are Lorentz gauge invariant. $\vec{A}$ and φ satisfy

(1) $\text{div}\ \vec{A} + \dfrac{1}{c}\dfrac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$

(2) $\text{div}\ \vec{A} + \dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$

(3) $\nabla^2 \vec{A} + \dfrac{1}{c}\dfrac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$

(4) $\nabla^2 \vec{A} + \dfrac{1}{c}\dfrac{\partial \vec{A}}{\partial t} = 0$

भाग- ख /Part B

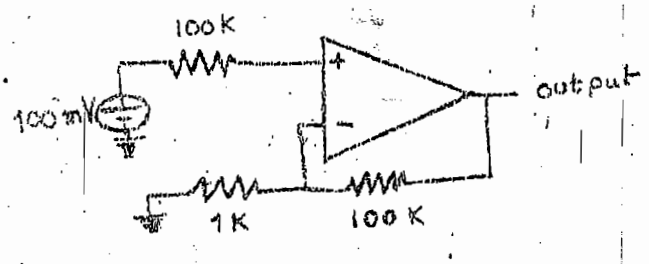
21. एक op - amp एम्प्लीफायर का परिपथ निम्न है । निर्गम वोल्टता परिकलित कीजिए

(क) यदि op - amp आदर्श है

(ख) यदि op - amp वास्तविक है और विनिर्देश

$I_B^+ = \pm 10^{-7}$ A, $I_B^- = \pm 5 \times 10^{-7}$ A और निवेश

आफसेट वोल्टता "V_{ioff}" = ± 2mV. I_B^+ और I_B^- क्रमशः अ-व्युत्क्रमी और व्युत्क्रमी निवेशों की निवेश - बायस धाराएँ हैं ।



22. फर्मी स्तर की स्थिति दर्शाते हुए अभिनत और अनभिनत p-n-p ट्रांजिसिस्टर का ऊर्जा - बैण्ड आरेख खींचिए ।

23. नीचे एक विशेष फ्लिप- फ्लॉप (F. F) हेतु सत्यमान सारणी दी गई है । यह F. F क्या कहलाता है ?

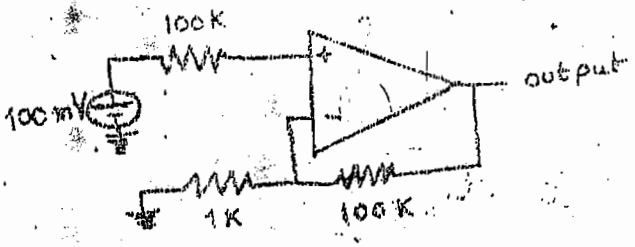
इस F.F को (क) केवल NOR गेटों और (ख) केवल NAND गेटों का उपयोग करके साकार कीजिए ।

A	B	Q
0	0	Q_0 (अभिनत अवस्था)
0	1	1
1	0	0
1	1	वर्जित

21. Following is the circuit of an op-amp amplifier. Calculate the output voltage

(a) if the op-amp is ideal

(b) if the op-amp is real with specification, $I_B^+ = \pm 10^{-7}$ A, $I_B^- = \pm 5 \times 10^{-7}$ A and input offset voltage "V_{ioff}" = ± 2mV. I_B^+ and I_B^- are the input bias currents of non-inverting and inverting inputs respectively.



22. Draw the energy-band diagram of a biased and unbiased p-n-p transistor showing the position of the Fermi level.

23. Following is a truth table for a particular flip-flop (F.F.). What is this F.F. called ? Realize this F.F. using (a) NOR gates only and (b) NAND gates only.

A	B	Q
0	0	Q_0 (last state)
0	1	1
1	0	0
1	1	Forbidden (not allowed)

24. नीचे एक महत्वपूर्ण नेटवर्क की सत्यमान सारणी है । यह नेटवर्क क्या कहलाता है ? मानक संकेतनों में Q_1 और Q_2 निर्गमों का अर्थ क्या है ? इसका लॉजिक आरेख भी बनाइए ।

A	B	C	Q_1	Q_2
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

25. $Y = (\overline{A} + B)(A + B)$ एक Boolean व्यंजक है

जहाँ [-] पूरक है अथवा NOT सक्रिय है । डे मोरगन के प्रमेय को उपयोग करके Y के लिए सरलीकृत व्यंजक ज्ञात कीजिए ।

26. (क) कक्षीय कोणीय संवेग क्वांटम संख्या 'l' से सहयोजित अपभ्रष्ट अवस्थाओं की संख्या क्या है ?

(ख) किसी एक-इलेक्ट्रॉन-परमाणु में सभी $2S \rightarrow 2P$ संक्रमणों पर विचार करते हुए एक चुम्बकीय क्षेत्र के कारणस्पेक्ट्रमी रेखाओं के विपाटन को (साफ और अंकित आरेख से) समझाइए।

27. एक द्विपरमाणुक अणु AX के कंपनीय स्पेक्ट्रम में मूल अवशोषण रेखा और प्रथम अधिछवि क्रमशः 2886 और 5668 cm^{-1} पर प्रेक्षित हुई । अणु के बल नियतांक को 520 Nm^{-1} मानते हुए, अणु के समानीत द्रव्यमान को परिकलित कीजिए ।

28. एक स्पष्ट ऊर्जा स्तर आरेख देते हुए (X- किरण स्पेक्ट्रोस्कोपी आंकन के अनुसार अंकित), Ne परमाणु द्वारा ऑगर इलेक्ट्रानों के उत्सर्जन को संक्षेप में समझाइए । अंतिम अवस्था का इलेक्ट्रॉनीय विन्यास बताइए , और उत्सर्जित ऑगर इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा हेतु समीकरण लिखिए ।

29. (क) स्वतः उत्सर्जन, उद्दीपित उत्सर्जन और उद्दीपित अवशोषण शब्दों को समझाइए ।

(ख) आइन्स्टाइन गुणांकों A और B का उपयोग करते हुए लेजर क्रिया हेतु परिस्थियाँ सुस्थापित कीजिए ।

24. Following is the truth table of an important network. What is this network called ? What do outputs Q_1 and Q_2 mean in standard notations ? Also give its logic diagram.

A	B	C	Q_1	Q_2
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

25. Given a Boolean expression

$$Y = (\overline{A} + B)(A + B)$$

where [-] is complement or NOT operation. Using De Morgan's theorem, obtain simplified expression for Y.

26. (a) What is the number of degenerate states associated with an orbital angular momentum quantum number, 'l' ?

(b) Considering all the 2S → 2P transitions in a single-electron atom, explain the splitting of the spectral lines due to a magnetic field (in a neat and labelled diagram).

27. In a vibrational spectrum of a diatomic molecule AX, the fundamental absorption line and first overtone are observed at 2886 and 5668 cm^{-1}, respectively. Assuming the force constant of the molecule to be 520 N m^{-1}, calculate the reduced mass of the molecule.

28. Giving a neat energy level diagram (labelled according to X-ray spectroscopic notation); briefly explain the emission of Auger electrons from a neon atom. Give the electronic confirmation of the final state, and write the equation for the kinetic energy of the released Auger electrons.

29. (a) Explain the terms spontaneous emission, stimulated emission and stimulated absorption.

(b) Establish the condition for laser action using Einstein coefficients A and B .

30. (क) दो अभिन्न कणों के तरंग-फलन क्रमशः $\psi_\alpha(1)$ और $\psi_\beta(2)$ हैं जहाँ α and β समष्टि और प्रचक्रण चरों को दर्शाते हैं। कणों की अविभेद्यता को ध्यान में रखते हुए मिश्र-तंत्र का सामान्यीकृत तरंग-फलन लिखिए।

(ख) तीन अभिन्न कणों वाले एक तंत्र हेतु सामान्यीकृत आइगेन फलन क्या होगा ?

31. संरचना कारक हेतु व्यंजक लिखिए। fcc जालक संरचना कारक ज्ञात कीजिए और दर्शाइए कि मिश्रित मिलर सूचकांकों वाले तलों से परावर्तनों हेतु संरचना कारक समाप्त हो जाता है।

32. गुणात्मक और पर चर्चा कीजिए कि एक धातु में चालन इलैक्ट्रॉनों की अनुचुंबकीय प्रवृत्ति ताप की स्वतन्त्र क्यों होती है ?

33. (क) CH_4, $CHCl_3$, CH_2Cl_2 और CCl_4 के स्थैतिक-परावैद्युत -स्थिरांकों के ताप-फलन को प्लाट कीजिए। परमाणुवीय विन्यास के संदर्भ में वक्रों के व्यवहार को समझाइए।

(ख) वक्रों की प्रवणता से क्या सूचना पायी जा सकती है और कैसे ?

34. X- किरणों हेतु विभेदन परिस्थिति है $\vec{\Delta K} = \vec{G}$, जहाँ विभेदन होने पर X- किरणों हेतु तरंग -वेक्टर में परिवर्तन $\vec{\Delta K}$ है, और $\vec{G}$ प्रतिलोम जालक वेक्टर है।

दर्शाइए कि ब्रैग का नियम $2d\sin\theta = n\lambda$ उपरोक्त विभेदन परिस्थिति से प्राप्त हो जाता है।

35. निरपेक्ष शून्य पर Coopper युग्म की बंधन ऊर्जा BCS सिद्धांत के अनुसार लगभग 3.5 kT_c है जहाँ k बोल्टजमैन स्थिरांक है और T_c क्रांतिक ताप है। प्रकार - I के एक अतिचालक का क्रांतिक ताप 10K है। (अ) इलैक्ट्रॉन वोल्ट में इसका ऊर्जा अन्तर क्या है ? (ब) इस अतिचालक में Coopper युग्म को तोड़ने में सक्षम (पर्याप्त ऊर्जा) फोटॉनों की तरंग दैर्ध्य परिकलित कीजिए। (स) विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम का किस क्षेत्र में यह फोटॉन होते हैं ?

30. (a) Two identical particles have wave functions $\psi_\alpha(1)$ and $\psi_\beta(2)$, respectively, where α and β denote space and spin variables. Write the normalized wave function of the composite system taking into account indistinguishability of the particles.

(b) What will be the normalized eigenfunction for a system having three identical particles ?

31. Write an expression for the structure factor. Obtain the structure factor for fcc lattice and show that the structure factor vanishes for reflections form planes having mixed Miller indices.

32. Discuss qualitatively why the paramagnetic susceptibility of conduction electrons in a metal is independent of temperature.

33. (a) Plot the static dielectric constants of CH_4, $CHCl_3$, CH_2Cl_2 and CCl_4 as a function of temperature. Explain the behaviour of the curves in terms of atomic arrangement.

(b) What information can be obtained from the slopes of the curves and how ?

34. Diffraction condition for X-rays is $\vec{\Delta K} = \vec{G}$

where $\vec{\Delta K}$ is the change in wave-vector for X-rays on diffraction, and $\vec{G}$ is the reciprocal lattice vector. Show that Bragg's Law $2d\sin\theta = n\lambda$ follows from the above diffraction condition.

35. The binding energy of a Coopper pair at absolute zero, according to BCS theory, is about 3.5 kT_c where k is the Boltzmann constant and T_c the critical temperature. The critical temperature of a type I super-conductor is 10 K. (a) What is its energy gap in electron volt ? (b) Calculate the wavelength of photons whose energy is just sufficient to break the Coopper pair in this superconductor. (c) In which region of the electromagnetic spectrum do these photons lie ?

36. द्रव-बूंद के सिद्धांत के आधार पर द्रव्यमान संख्या A और प्रोटॉन संख्या Z के एक नाभिक की बंधन ऊर्जा

$$E(Z,A) = a_1A^{1/3} + a_2A^{2/3} + a_3A + a_4A^{-1/3} + a_5A^{-2/3} + a_6A^{-1}$$

है, जहाँ गुणांक A और Z पर निर्भर रह अथवा नहीं रह सकते हैं । संबंधित प्राचलों के संदर्भ में विविध गुणांकों के मान दीजिए । प्रत्येक टर्म को पहचानिये ।

37. बीटा क्षय से प्राप्त इलैक्ट्रॉनों के आम-ऊर्जा - स्पैक्ट्रम को बनाइए । प्रेक्षित स्पैक्ट्रम की प्रकृति को समझाइए ।

38. मैजिक संख्या 20 तक शैल माडल से प्राप्य एकल कण स्तर योजना आरेखित कीजिए। इस योजना को निम्न नाभिकों की मूल-अवस्था प्रचक्रण और समता को पूर्वानुमानित करने हेतु उपयोग कीजिए :

^{15}N , $^{17}0$, $^{19}0$ और ^{39}Ca

39. एक कण τ^+ निम्न प्रणाली द्वारा क्षयित होता है

$$\tau^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^+ + \pi^-$$

यह मानते हुए कि τ^+ का प्रचक्रण 0 है और पायॉन विषम समता रखता है, τ^+ की समता ज्ञात कीजिए ।

40. चार्ज संयुग्मन प्रचालक C और चार्ज प्रचालक Q के कम्यूटेटर और प्रति कम्यूटेटर ज्ञात कीजिए ।

36. On the basis of the concept of liquid drop, the binding energy E (Z, A) of a nucleus of mass number A and proton number Z, can be written as

$$E(Z,A) = a_1A^{1/3} + a_2A^{2/3} + a_3A + a_4A^{-1/3} + a_5A^{-2/3} + a_6A^{-1}$$

where the coefficients may or may not depend on A and Z. Give the values of various coefficients in terms of relevant parameters. Also, identify each term.

37. Plot the typical energy spectrum of electrons from beta decay. Explain the nature of the observed spectrum.

38. Draw the single particle level scheme as obtained from shell model upto magic number 20. Use this scheme to predict the ground state spin and parity of the following nuclei :

^{15}N , $^{17}0$, $^{19}0$ and ^{39}Ca

39. A particle τ^+ decays via the mode

$$\tau^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^+ + \pi^-$$

Assuming that τ^+ has the spin 0 and the pion has odd parity, find the parity of τ^+.

40. Find the commutator and anticommutator of the charge conjugation operator C and the charge operator Q.

इस पृष्ठ का उपयोग नहीं करना है

This page is not to be used

Dec 2014

1. Using Plank's distribution law,
   (i) Show that total energy $U = aVT^4$
   (ii) Deduce Reyleig & wein displacement law.

2. Cal. the avg. energy for fermi gas at $T=0$ in terms of fermi energy for
   (a) the non-relativistic gas
   (b) extreme relativistic gas.

3. Use generating function of legendre polynomials to show that $P_n(1) = 1$ & $P_n(-x) = (-1)^n P_n(x)$

4. CM Find lagrangian for compound pendulum.

5. CM $L = \frac{1}{2}(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) - \frac{1}{2}\omega_0^2(x^2+y^2) + \alpha xy$
   There are two degree of freedom, determine oscillations.

6. QM Using Borni approximation, calculate total scattering cross-section for potential.

$$V(r) = -g^2 \frac{e^{-\alpha r}}{r} \quad / \quad \sigma(\theta) = ?$$

7. Cal. $\langle r^2 \rangle$ for

$$R_{20} = 2\left(\frac{Z}{2a_0}\right)^{3/2}\left(1 - \frac{Zr}{2a_0}\right)e^{-Zr/2a_0}.$$

8. Using $\log(1+x) = 1 - x + \frac{x^2}{2} + \cdots$
   A wire of length $2a$ lies along z axis with its origin at centre and having charge $2\pi a$ uniform distributed. Cal. or show that potential

$$\phi(r,\theta=0) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \sum_{n=0} \frac{1}{(2n+1)} \left(\frac{a}{r}\right)^{2n+1}$$

$$\phi(r,\theta) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} 2\lambda \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{a}{r}\right)^{2n+1} \frac{P_{2n+1}(\cos\theta)}{(2n+1)}$$

$\phi(r,\theta)$ = potential at general point (r, a, a)

11. Cal. effect of C_V of solid at room temp. if planes const in increased ten folds.

10. Single particle mode conf upto $Z=20$.

Find spin & parity of ^{17}O. $\left(\frac{5}{2}\right)^+$

11. In a stripping reaction using the deutron problem $(_1D^2)$ $\left(\frac{5}{2}\right)^+$

$$\alpha + {}^{16}O = {}^{17}O + p$$

^{17}O is formed in the ground state by accepting a neutron in state $l=2$ only. Also ^{17}O formed in first state by accepting a neutron in $l=0$ state only. Write spin and parity of

(i) Ground state

ii) First excited state of ^{17}O.

12. How many pseudo scalar meson are possible with three quarks U, d & s ? List all of them. One mark quark 'c' is added. How many new pseudo meson are will arise. List all of them also.

Define saturation property of nuclear force. Give empherical evident to suport the saturation property. Show that radius of nucleus is proportional to $A^{1/3}$ where A = mass no.

JUNE 07.

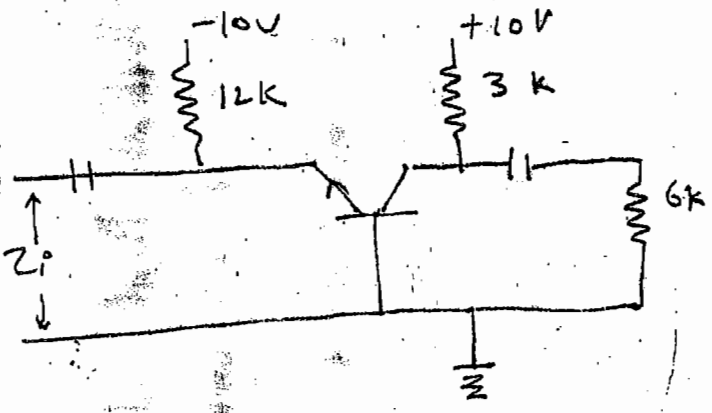
11. Nuclear forces are supposely mediated by meson using uncertainty principle. Obtain relation between range of force and mass of meson. Calculate mass of meson.

2. Use nuclear shell model scheme with spin To predict spin and parity of the following.
(i) He_2^3 (ii) Li_3^7 (iii) B_5^{11} (iv) O_8^{17}.

3. (a) Show single shell particle model, the energy splitting due to spin orbit interaction is proportional to $(2l+1)$ where l is orbital quantum numbers.

(b) Given energy stability in $d_{5/2}$ & $d_{3/2}$ in $^{17}O_8$ is 5 MeV. Cal. value of C.

1. The transistor in CB amplifier shown in fig. Dynamic emitter resistance $r = 20\Omega$ & current gain $\alpha = 0.98$.



Find out Z_i, voltage gain of amplifier. Capacitor may be assumed as short circuit.

5. Reduce the logic function into minimum.

$$Y = (B+BC)(B+\bar{B}C)(B+D)$$

Find out fine structure splitting in LS coupling.

7. Fundamental freq. ω_0 of $^{1}H^{9}F$ is 4138 cm^{-1} and $^{17}Cl^{9}F$ is 793 cm^{-1}. Find out force constant of molecules and which molecule is highly bound.

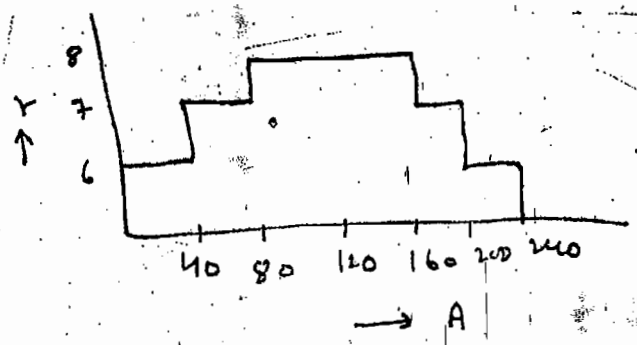
8. measurement of rotational-vibrational band of HCl is done. The line, R(0) is detected at 2906 cm^{-1} and P(1) is detected at 2865 cm^{-1}. Determine wave no. of missing line and B. Also determine bond length of molecule.

9. (a) Describe the role of the gas and Resonate configuration in the working of He-Ne laser.

(b) Output power of laser operated at $\lambda = 638$ nm is 10 mW. How many photons emitted per second from laser.

10. Sketch I, II, III Brillouin zones while e⁻ motion in 2-D square lattice. write down equations which give boundaries of II zone.

11. NaCl has fcc structure, successive site occupied by Na & Cl, Mol. wt. of NaCl is 58.5. Cal spacing blw nearest neighbouring ions. Density is 2130 kg/m³



(a) Indicate mass number of nuclei which lead to energy in fission. Give reasons.

(b) Indicate mass no. of nuclei which release to energy in fission, Give reason.

(c) Identify mass nos A which lead to max. total energy release in fusion. Cal. energy so released.

15. A magnetic material has magnetisation 3330 A/m and flux density equal to 0.0044 Wb/m². Calc the magnetic force & relative permiability of the matter.

Given $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Henry/meter.

16. If Given that

$$L^+ = L_x + iL_y$$
$$L^- = L_x - iL_y$$

Find $[L_+, L_-] = 2\hbar L_z$ & find $\langle lm | L_x | lm \rangle$

17. For canonical ensemble, evaluate:

$$\langle (E - \langle E \rangle)^2 \rangle = kT^2 C_v$$

& $\dfrac{\langle (E - \langle E \rangle)^2 \rangle}{\langle E \rangle^2}$ for an ideal classical mono-atomic gas of N particles.

18. Peak amp. of $\vec{E}$ of e.m. phase wave propagating along z-axis is 100 V/m. If $\vec{E}$ makes an angle of $\pi/4$ with x-axis. Find & momentum density.

(ν) by wave.

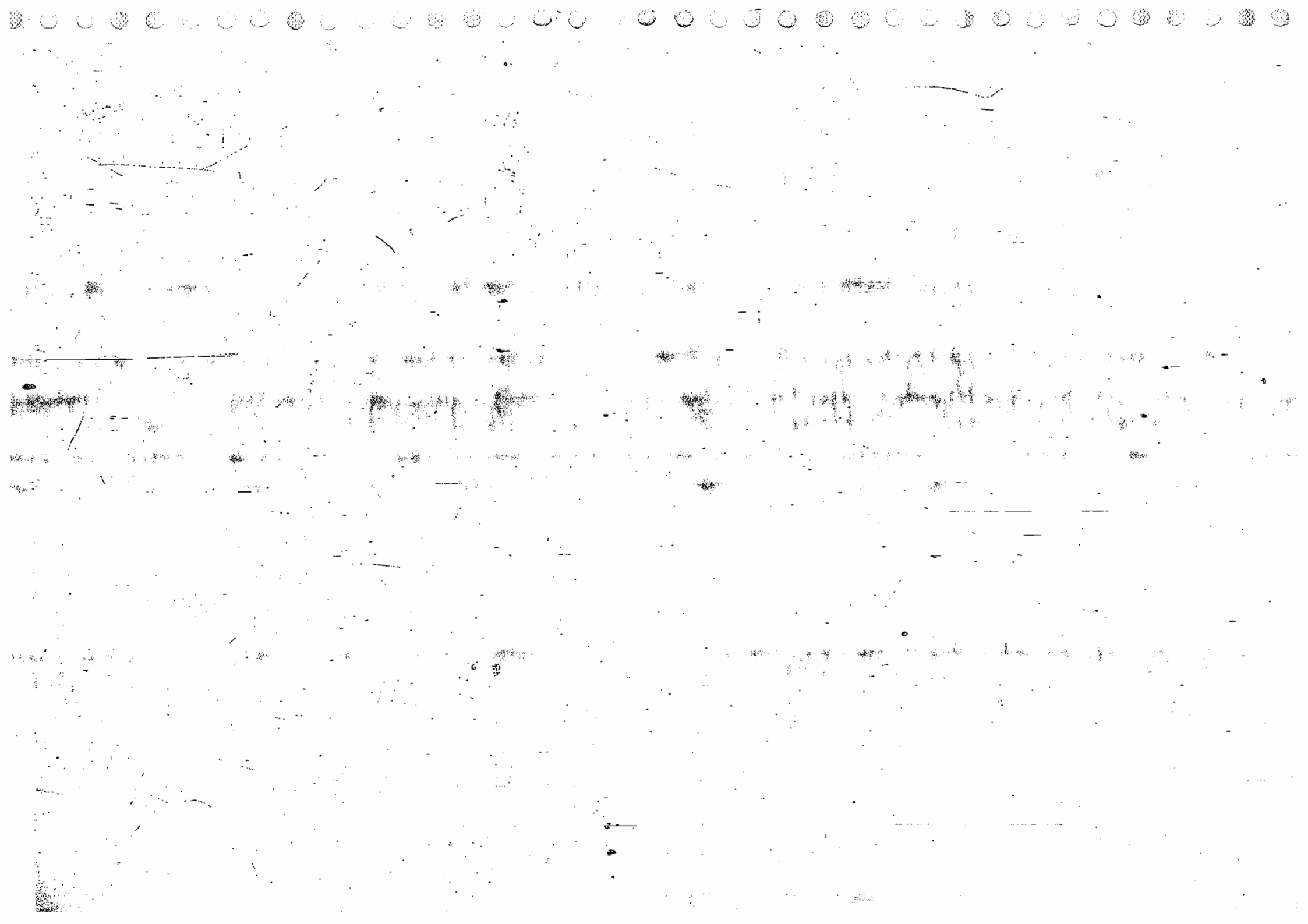
19. E_1 = Trans energy for 1s – 2p transition of H atom &
E_2 = Trans energy for 2s – 3p transition of He+
Find E_1 & E_2.

20. Term for 3p 4d confi. using j j coupling.

21. Derive relation by Finstein coefficient.

22. Show that those (hkl) reflection from a bcc lattice are absent for which (h+k+l) = odd integer.

23. Show that meissner effect can be explained by maxwell eqn if one assume that current density is proportional to vector potential.



एक केन्द्रीय बल क्षेत्र में द्रव्यमान m के एक कण को निम्न कक्षा में गति करते हुए प्रेक्षित किया गया $r(\theta)=r_0e^{-\theta}$.

(क) क्या कोणीय संवेग का संरक्षण हुआ है ?

(ख) कोणीय वेग को कोणीय संवेग और त्रिज्य दूरी r के फलन के रूप में व्यक्त कीजिए।

(ग) दिया गया है कि कुल ऊर्जा E है, स्थितिज ऊर्जा को E, r और कोणीय संवेग के पदों में व्यक्त कीजिए।

(घ) बल $\vec{F}(r)$ का परिकलन कीजिए।

A particle of mass m in a central force field is observed to move in an orbit given by $r(\theta)=r_0e^{-\theta}$.

(a) Is the angular momentum conserved?

(b) Express the angular velocity as a function of angular momentum and the radial distance r.

(c) Given that the total energy is E, express the potential energy in terms of E, r and the angular momentum.

(d) Calculate the force $\vec{F}(r)$.

फलन $f(z)=\tanh(z)$, जहां z एक सम्मिश्र चर है, पर विचार कीजिए।

(क) विचित्रताओं का अभिनिर्धारण कीजिए।

(ख) इन विचित्र बिंदुओं की प्रकृति क्या है ?

(ग) इन बिंदुओं के अवशिष्ट का परिकलन कीजिए।

Consider the function $f(z)=\tanh(z)$, where z is a complex variable.

(a) Identify the singularities.

(b) What is the nature of these singular points?

(c) Calculate the residue at these points.

इकाई द्रव्यमान और $V(q)=-\frac{1}{2q^2}$ की स्थितिज ऊर्जा वाली एक-विमीय प्रणाली पर विचार कीजिए। इस प्रणाली के लिए हैमिल्टनी $H(q, p)$ लिखिए। H के पदों में ब्रैकेट और फलन $F=\frac{pq}{2}-Ht$ का परिकलन कीजिए। इस ब्रैकेट का उपयोग करके अथवा अन्यथा दर्शाइए कि F गति का एक स्थिरांक है।

Consider a one-dimensional system with unit mass and potential energy $V(q)=-\frac{1}{2q^2}$. Write the Hamiltonian $H(q, p)$ for this system. Calculate the Poisson bracket of H and the function $F=\frac{pq}{2}-Ht$. Using this bracket (or otherwise) show that F is a constant of motion.

खंड-2 /PART-2

11. एक विषम संधि, दो अर्द्धचालकों से, जिनके प्राचल निम्न हैं, बनी है

	p-किस्म का अर्द्धचालक	n-किस्म का अर्द्धचालक
इलेक्ट्रॉन बहुता	$\chi_p = 3.0$ eV	$\chi_n = 2.4$ eV
बैंड अंतराल	$E_{gp} = 2.0$ eV	$E_{gn} = 3.1$ eV
फर्मी स्तर विस्थापन	0.2 eV संयोजकता बैंड के संदर्भ में	0.1 eV चालक बैंड के संदर्भ में

(क) निर्वात स्तर के संदर्भ में दोनों अर्द्धचालकों के प्रदत्त प्राचल दर्शाते हुए ऊर्जा बैंड आरेख बनाइए।

(ख) चालन में असांतत्यों के मान और विषम संधि के निर्माण में संयोजकता बैंडों के मान ज्ञात कीजिए।

(ग) दोनों अर्द्धचालकों के कार्य फलन का मान ज्ञात कीजिए।

11. A hetero-junction is made from two semiconductors having the following parameters:

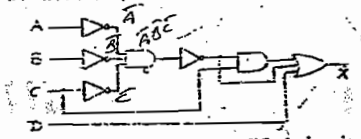
	p-type semiconductor	n-type semiconductor
Electron affinity	$\chi_p = 3.0$ eV	$\chi_n = 2.4$ eV
Band gap	$E_{gp} = 2.0$ eV	$E_{gn} = 3.1$ eV
Fermi level shift	0.2 eV with respect to the valence band	0.1 eV with respect to conduction band

(a) Draw the energy band diagrams of the two semiconductors with reference to the vacuum level, showing the given parameters.

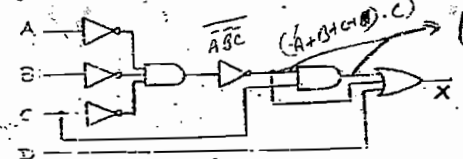
(b) Find the values of the discontinuities in the conduction and the valence bands on formation of the hetero-junction.

(c) Find the value of the work functions of the two semiconductors.

12. निम्न चित्र में दिए गए तर्क परिपथ को एकल 4-निवेश गेट वाले एक सरलीकृत परिपथ में परिवर्तित कीजिए :



12. Reduce the logic circuit in the figure to a simplified circuit with a single 4-input gate.



13. आरेख बनाकर दर्शाइए कि निम्न दो प्रक्रम क्वार्क स्तर पर किस प्रकार कार्य करते हैं :

(क) $K^- + p^+ \to \pi^0 + \Lambda^0$

(ख) $\Delta^{++} \to p^+ + \pi^+$

इन हेड्रॉनों की क्वार्क संरचनाएं इस प्रकार हैं :

$p^+(uud)$, $\Lambda^0(uds)$, $\pi^0\left(\frac{u\bar{u}+d\bar{d}}{\sqrt{2}}\right)$, $K^-(\bar{u}s)$, $\Delta^{++}(uuu)$, $\pi^+(u\bar{d})$.

1. Draw diagrams that illustrate how the following two processes take place at the quark level:

   (a) $K^- + p^+ \to \pi^0 + \Lambda^0$
   (b) $\Delta^{++} \to p^+ + \pi^+$

   The quark structures of these hadrons are given to be:

   $$p^+(uud),\ \Lambda^0(uds),\ \pi^0\left(\frac{u\bar{u}+d\bar{d}}{\sqrt{2}}\right),\ K^-(\bar{u}s),\ \Delta^{++}(uuu),\ \pi^+(u\bar{d}).$$

   दो कणों की, जिनमें से प्रत्येक का ऊर्जा मान $-\varepsilon$, 0 और ε क्वांटम अवस्थाओं में से किसी भी एक में हो सकता है, एक प्रणाली पर विचार कीजिए। यह प्रणाली ताप T पर एक ऊष्मा बाथ के संपर्क में है। इस प्रणाली की सब संभव सूक्ष्मअवस्थाओं की गणना कीजिए और विभाजन फलन के लिए व्यंजक लिखिए यदि कण निम्न का पालन करते हैं तो,

   (a) मैक्सवेल-बोल्ट्ज़मन सांख्यिकी
   (b) बोस-आइंस्टीन सांख्यिकी
   (c) फर्मी-डिरेक सांख्यिकी

   Consider a system of two particles, each of which can be in any one of three quantum states with energy values $-\varepsilon$, 0 and ε. The system is in contact with a heat bath at temperature T. Enumerate all possible microstates of the system and write the expressions for the partition function if the particles obey

   (a) Maxwell-Boltzmann statistics,
   (b) Bose-Einstein statistics,
   (c) Fermi-Dirac statistics.

   प्रायोगिक रूप से यह पाया गया कि जब ताप 100 K से अधिक हो जाता है तब स्वतंत्रता की घूर्णी कोटियां H_2 गैस की विशिष्ट ऊष्मा में योग देना आरंभ कर देती हैं। इस सूचना से H_2 अणु के अंतःपरमाण्विक विलगाव का आकलन कीजिए।

   It is found experimentally that the rotational degrees of freedom start contributing to the specific heat of H_2 gas when the temperature exceeds 100 K. From this information, estimate the interatomic separation of the H_2 molecule.

   एक संवृत पथ के ऊपर WKB क्वांटीजेशन परिस्थिति $\oint\sqrt{2(E-V)}\,dx=\left(n+\frac{1}{2}\right)h\pi$ का उपयोग करके विभव $V(x)=\begin{cases}x, & x\geq 0\\ \infty, & x<0\end{cases}$ में इकाई द्रव्यमान के एक कण के ऊर्जा स्तरों का निर्धारण कीजिए।

   Determine the energy levels of a particle with unit mass in the potential $V(x)=\begin{cases}x, & x\geq 0\\ \infty, & x<0\end{cases}$ using the WKB quantization condition:

   $\oint\sqrt{2(E-V)}\,dx=\left(n+\frac{1}{2}\right)h\pi$ over a closed path.

17. दो स्वतंत्र विविक्त यादृच्छिक चर N_1 और N_2 जो मान n_1 और n_2 ग्रहण करते हैं जहां $n_1, n_2 = 0,1,2\cdots$ है, प्रायिकता घनत्वों $P_1(n_1)=\frac{e^{-\alpha}\alpha^{n_1}}{n_1!}$ और $P_2(n_2)=\frac{e^{-\beta}\beta^{n_2}}{n_2!}$ (पॉसों वंटन) के अनुसार बंटित हैं। यादृच्छिक चर $N = N_1 + N_2$ का बंटन $P(n)$ ज्ञात कीजिए जब दिया गया है $P(n)=\sum_{n_1=0}^{n} P_1(n_1)P_2(n-n_1)$.

17. Two independent discrete random variables N_1 and N_2 taking values n_1 and n_2, where $n_1, n_2 = 0,1,2\cdots$, are distributed according to the probability densities $P_1(n_1)=\frac{e^{-\alpha}\alpha^{n_1}}{n_1!}$ and $P_2(n_2)=\frac{e^{-\beta}\beta^{n_2}}{n_2!}$ (namely Poisson distributions). Find the distribution $P(n)$ of the random variable $N = N_1 + N_2$, given that $P(n)=\sum_{n_1=0}^{n} P_1(n_1)P_2(n-n_1)$.

18. नाभिक ^{15}O धनात्मक बीटा क्षय द्वारा ^{15}N में क्षयित हो जाता है. पाजेट्रॉन की अधिकतम गतिज ऊर्जा E_{max} है 2.2 MeV

   (a) दो दर्पण नाभिकों के बीच कूलंब ऊर्जा ΔE_{Coul} के पदों में E_{max} के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।

   (b) $A = 15$ सहित नाभिक की आवेश त्रिज्या का परिकलन कीजिए जब दिया गया हो

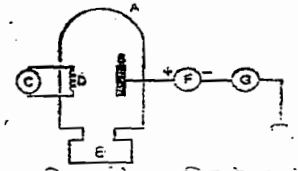
   $$\frac{e^2}{\hbar c}=\frac{1}{137} \text{ और } \hbar c = 197 \text{ MeV-फर्मी}$$

18. The nucleus ^{15}O decays into ^{15}N by positive beta decay. The maximum kinetic energy, E_{max}, of the positron is 2.2 MeV.

   (a) Obtain an expression for E_{max} in terms of ΔE_{Coul}, the Coulomb energy difference between the two mirror nuclei.

   (b) Calculate the charge radius of the nuclei with $A = 15$, given that $\frac{e^2}{\hbar c}=\frac{1}{137}$ and $\hbar c = 197$ MeV-fermi.

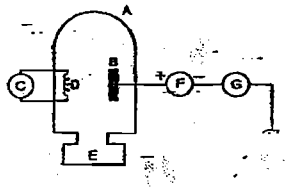
19. निम्न चित्र में एक ऐसे प्रायोगिक सेटअप का, पार्श्व दृश्य दर्शाया गया है जो एक धात्विक टारगेट पर इलेक्ट्रानों को फोकस करता है और टारगेट पर आपतित इलेक्ट्रानों की संख्या नापता है।



   इस सेटअप में एक टंगस्टन तार, एक स्थिर धारा स्रोत, एक स्थिर वोल्टता स्रोत, एक कूलोमीटर, एक निर्वात कक्ष और एक निर्वात पम्प का उपयोग किया गया है।

   (a) यदि A निर्वात कक्ष है, और B धात्विक टारगेट हो तब सेटअप में C, D, E, F और G का अभिनिर्धारण कीजिए।
   (b) इलेक्ट्रान उत्सर्जन के लिए यहां प्रयुक्त किया गया भौतिक सिद्धांत क्या है ?
   (c) सेटअप में C, E, F और G के कार्यों की विवेचना कीजिए।

The schematic side-view of an experimental set up that focuses electrons on to a metallic target and measures the number of electrons incident on the target is shown in the figure.



The set-up uses a tungsten wire, a constant current source, a constant voltage source, a nano-ammeter, a vacuum chamber and a vacuum pump.

(a) If A is the vacuum chamber and B is the metallic target, identify C, D, E, F and G parts of the set-up.
(b) What is the physical principle used here for electron emission?
(c) Discuss the functions of C, E, F and G in the set-up.

निम्न बीटा संक्रमणों को फर्मी अथवा गैमो-टेलर के रूप में और अनुमेय अथवा वर्जित के रूप में अभिनिर्धारित कीजिए। अपने उत्तरों के कारण भी बताइए :

(क) $0^+ \to 0^+$
(ख) $0^+ \to 1^+$
(ग) $\frac{1}{2}^+ \to \frac{1}{2}^+$
(घ) $\frac{1}{2}^- \to \frac{5}{2}^+$

Identify the following beta transitions as Fermi or Gamow-Teller and allowed or forbidden. Give reasons for your answers.

(a) $0^+ \to 0^+$
(b) $0^+ \to 1^+$
(c) $\frac{1}{2}^+ \to \frac{1}{2}^+$
(d) $\frac{1}{2}^- \to \frac{5}{2}^+$

एक n-किस्म के अर्द्धचालक (E_g = 2.305 eV)की दाता सांद्रता $N_D = 2 \times 10^{16}$ cm^{-3} है। वह ताप(बोल्ट्ज़मैन स्थिरांक के पदों में) ज्ञात कीजिए जिसपर उक्त अर्द्धचालक एक नैज अर्द्धचालक की भांति कार्य करना आरंभ कर देता है। चालन और संयोजकता क्रमशः बैंड में अवस्थाओं के घनत्व क्रमशः हैं 4×10^{19} cm^{-3}और 1×10^{19} cm^{-3}

The donor concentration of an n-type semiconductor (E_g=2.303 eV) is $N_D = 2\times10^{16}$ cm^{-3}. Find the temperature (in terms of the Boltzmann constant) at which the semiconductor starts behaving like an intrinsic semiconductor. The density of states in the conduction and the valence bands are 4×10^{19} cm^{-3} and 1×10^{19} cm^{-3} respectively.

22. (क) वे कौन से आवृति परास हैं जिनमें द्विध्रुवी, आयनिक और इलेक्ट्रानिक ध्रुवीकरण की प्रमुखता होती है ?
(ख) एक वैधिक अर्द्धचालक का, दृश्य तरंगदैर्ध्य परास में, अपवर्तनांक 1.5 है। उस पदार्थ की ध्रुवणता ज्ञात कीजिए यदि परमाणु घनत्व 2.1×10^{22} cm^{-3} हो।

22. (a) What are the frequency ranges in which dipolar, ionic and electronic polarizations dominate?
(b) The refractive index of an elemental semiconductor in the visible wavelength range is 1.5. Find the polarizability of the material if the atomic density is 2.1×10^{22}cm^{-3}.

23. पूर्ण ताप शून्य पर एक ऐसी आदर्श त्रिविमीय फर्मी गैस, जिसमें द्रव्यमान m और फर्मी ऊर्जा E_F के कण होते हैं पर विचार कीजिए
कण के वेग के x-घटक के
(क) माध्य $\overline{v_x}$ का और
(ख) माध्य-वर्ग $\overline{v_x^2}$ का परिकलन कीजिए

23. Consider an ideal three-dimensional Fermi gas consisting of particles of mass m, with Fermi energy E_F, at absolute zero of temperature. Calculate
(a) the mean $\overline{v_x}$
(b) the mean-square $\overline{v_x^2}$
of the x-component of the velocity of a particle.

24. एक हाइड्रोजन परमाणु जब वह
(क) $n = 2$ to $n = 1$ स्तर
(ख) $n = 3$ to $n = 2$ स्तर
में संक्रमण करने के दौरान एक फोटोन उत्सर्जित करता है तब उसके प्रतिक्षेप संवेग p_R का परिकलन कीजिए। दोनों परिस्थितियों में प्रतिक्षेप आघूर्णों के अनुपात का परिकलन कीजिए। (क) परिस्थिति में हाइड्रोजन परमाणु के प्रतिक्षेप वेग का भी परिकलन कीजिए।

24. Calculate the recoil momentum p_R of a hydrogen atom as it emits a photon while making a transition from the
(a) $n = 2$ to $n = 1$ level
(b) $n = 3$ to $n = 2$ level
Calculate the ratio of the recoil momenta in the two cases. Also calculate the recoil velocity of the hydrogen atom in case (a).

25. आक्सीजन अणु O_2 की आबंध लंबाई 1.0 Å है
(क) आक्सीजन गैस में से 10^{-3} eV के फोटोनों को प्रवाहित करने पर वे $J = 1$ घूर्ण अवस्था को उत्तेजित होते पाए गए हैं $\hbar^2$ के यूनिटों में O_2 अणुओं का जड़त्व आघूर्ण ज्ञात कीजिए।
(ख) O_2 अणुओं में उच्चतर घूर्ण कोणीय आघूर्णों पर सेन्ट्रीफ्यूगल तनन हो जाता है। परिणामस्वरूप $J = 4$ से $J = 2$ संक्रमण ऊर्जा को दृढ़ रोटर अणु की संक्रमण ऊर्जा की तुलना में 4%कम होते प्रेक्षित किया गया। O_2 की $J = 4$ पर आबंध लंबाई कितनी है?

25. The oxygen molecule O_2 has a bond length of 1.0 Å.
(a) On passing photons of energy 10^{-3} eV through oxygen gas they are found to excite the $J = 1$ rotational state. Find the moment of inertia of the O_2 molecules in units of $\hbar^2$.

(b) O_2 molecules undergo centrifugal stretching at higher rotational angular momenta. As a result the $J = 4$ to the $J = 2$ transition energy is observed to reduce by 4% as compared to that for a rigid rotor molecule. What is the bond length of O_2 at $J = 4$?

26. द्रव्यमान m और आवेश q के एक कण को विराम से चुंबकरहित परिचित चालक समतल के सामने d दूरी पर मुक्त किया जाता है (गुरुत्व के प्रभावों को त्यागते हुए) ज्ञात कीजिए :

(क) उस कण द्वारा अनुभव किए जाने वाला बल

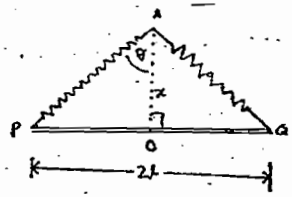
(ख) जब वह कण समतल से $d/2$ पर हो तब उसके वेग का परिकलन कीजिए।

26. A particle of mass m and charge q is released from rest in front of a grounded infinite conducting plane at a distance d. (Ignore the effects of gravity.)

(a) What is the force experienced by the particle?

(b) Calculate the velocity of the particle when it is at a distance $d/2$ from the plane.

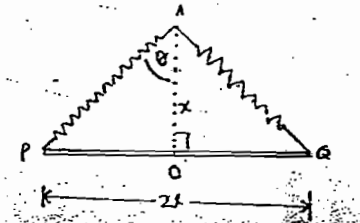
27. लंबाई $2l$ के एक दंड PQ पर जो अपने केन्द्र O पर xy-तल में कोणीय वेग ω के साथ घूर्णन कर रहा है, विचार कीजिए। इस दंड के छोरों सिरों से दो समरूप स्प्रिंगों से, जिनका स्प्रिंग स्थिरांक k है एक कण को संबंधित कर दिया गया है। वह कण xy-तल में एक बिंदु A को विस्थापित हो जाता है जैसा निम्न चित्र में दर्शाया गया है।



(क) A पर स्थित द्रव्यमान m के एक कण पर स्प्रिंगों के कारण परिणामी शुद्ध बल का परिकलन कीजिए।

(ख) बिंदु A को दंड के केन्द्र से कितनी दूरी पर होना चाहिए जिससे घूर्णी फ्रेम में A पर कण स्थानबद्ध रहे ?

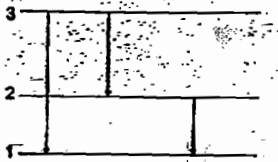
27. Consider a rod PQ of length $2l$ rotating in the xy-plane about its centre O with an angular velocity ω. A particle is connected by two identical springs of spring constant k to the two ends of the rod. The particle is displaced to a point A in the xy-plane as shown in the figure.



(a) Calculate the net force due to the springs on a particle of mass m placed at A.

(b) How far should the point A be from the centre of the rod so that in the rotating frame, the particle is stationary at A?

28. निम्न चित्र एक 3-स्तरीय परमाणु-व्यवस्था के, जिसके आइंस्टीन A गुणांक $A_{32} = 7\times10^7\ s^{-1}$, $A_{31} = 1\times10^7\ s^{-1}$, $A_{21} = 1\times10^8\ s^{-1}$ है, ऊर्जा स्तर दर्शाता है

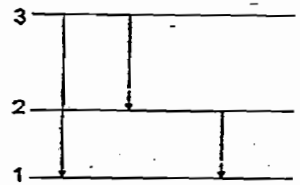


(क) क्या इस प्रणाली को स्तर 2 और 1 के बीच लेसीकरण के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है? अपने कारणों को समझाइए।

(ख) स्तर 3 की जीवन अवधि क्या है ?

(ग) यदि समय $t = 0$, N परमाणु/घन सेमी को किसी बाह्य क्रियाविधि द्वारा स्तर 3 तक उत्तेजित किया जाता है तब इस अवस्था 3 में जनसंख्या के परिवर्तन की दर ज्ञात कीजिए।

28. The figure shows the energy levels of a 3 level atomic system with the Einstein A coefficients $A_{32} = 7\times10^7\ s^{-1}$, $A_{31} = 1\times10^7\ s^{-1}$, $A_{21} = 1\times10^8\ s^{-1}$.



(a) Can the system be used for lasing action between the levels 2 and 1? Explain your reasons.

(b) What is the life time of the level 3?

(c) If at time $t = 0$, N atoms/cm^3 are excited to the level 3 by some external mechanism, find the rate of change of population of the state 3.

29. एक ध्रुवण मापन प्रयोग में किरण पुंज की दाहिनी ओर प्रकीर्णित कणों की संख्या R मिनी गई और बांयी ओर प्रकीर्णित कणों की संख्या L असीमिति $A = \dfrac{R-L}{R+L}$ के रूप में निर्धारित की गई।

(क) R और L पर A के पदों में त्रुटि ज्ञात कीजिए।

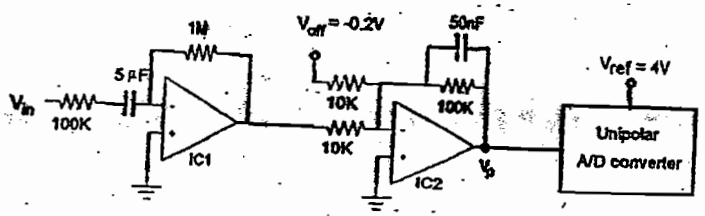
(ख) यदि R और L क्रमशः 6400 और 3600 है तब A और उसकी त्रुटि का मान ज्ञात कीजिए।

29. A polarisation measurement experiment counted the number R of particles scattered to the right of the beam and the number L scattered to the left. The asymmetry is determined as $A = \dfrac{R-L}{R+L}$.

(a) Obtain the error in A in terms of the errors on R and L.

(b) If R and L are 6400 and 3600 respectively, find the value of A and its error.

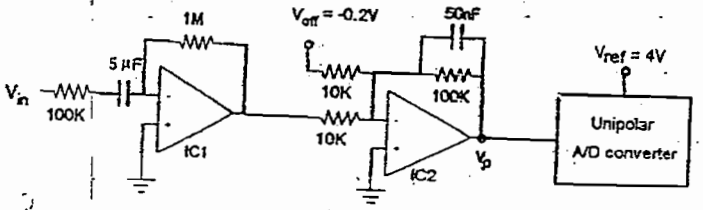
30.



उपर्युक्त चित्र में एक विशेष आवृत्ति परास ~10 mV में प्रवर्धन के इनपुट संकेतों को मापने और अंकीकृत करने हेतु एक व्यावहारिक इलेक्ट्रानिक परिपथ दर्शाया गया है। IC1 और IC2 op amps हैं, V_{in} और V_0 क्रमशः निर्गत और निवेश संकेत हैं और $V_{off} = -0.2$ V एक dc वोल्टता है। 4 V की संदर्भ वोल्टता वाले एकल ध्रुवी A/D कन्वर्टर को निर्गत संकेत V_0 प्रेषित किए जाते हैं।

(क) IC1 और IC2 के मुख्य कार्य क्या हैं ?
(ख) 100 Hz पर IC1का लाभ कितना है ?
(ग) IC2का लाभ कितना है ?
(घ) इस सेटअप द्वारा मापे जा सकने वाले संकेतों का आवृत्ति परास कितना है ?
(च) V_{off} और प्रतिरोध R के योगदान क्या है ?

0.



Shown in the figure is a practical electronic circuit to measure and digitize analog signals of amplitude ~10 mV in a certain frequency range. IC1 and IC2 are op amps, V_{in} and V_0 are the input and output signals respectively and $V_{off} = -0.2$ V is a dc voltage. The output signal V_0 is fed to a unipolar A/D converter with a reference voltage of 4 V.

(a) What are the main functions of IC1 and IC2?
(b) What is the gain of IC1 at 100 Hz?
(c) What is the dc gain of IC2?
(d) What is the frequency range of signals which can be measured by this set up?
(e) What are the roles of V_{off} and the resistance R?

उत्तर पुस्तिका/ANSWER SHEET

प्रश्न संख्या :—
Question No. :—

उत्तर :—
Answer :—

LIST OF THE ATOMIC WEIGHTS OF THE ELEMENTS

Element	Symbol	Atomic Number	Atomic Weight
Actinium	Ac	89	(227)
Aluminium	Al	13	26.98
Americium	Am	95	(243)
Antimony	Sb	51	121.75
Argon	Ar	18	39.948
Arsenic	As	33	74.92
Astatine	At	85	(210)
Barium	Ba	56	137.34
Berkellum	Bk	97	(249)
Beryllium	Be	4	9.012
Bismuth	Bi	83	208.98
Boron	B	5	10.81
Bromine	Br	35	79.909
Cadmium	Cd	48	112.40
Calcium	Ca	20	40.08
Californium	Cf	98	(251)
Carbon	C	6	12.011
Cerium	Ce	58	140.12
Cesium	Cs	55	132.91
Chlorine	Cl	17	35.453
Chromium	Cr	24	52.00
Cobalt	Co	27	58.93
Copper	Cu	29	63.54
Curium	Cm	96	(247)
Dysprosium	Dy	66	162.50
Einsteinium	Es	99	(254)
Erbium	Er	68	167.26
Europium	Eu	63	151.96
Fermium	Fm	100	(253)
Fluorine	F	9	19.00
Francium	Fr	87	(223)
Gadolinium	Gd	64	157.25
Gallium	Ga	31	69.72
Germanium	Ge	32	72.59
Gold	Au	79	196.97
Hafnium	Hf	72	178.49
Helium	He	2	4.003
Holmium	Ho	67	164.93
Hydrogen	H	1	1.0080
Indium	In	49	114.82
Iodine	I	53	126.90
Iridium	Ir	77	192.2
Iron	Fe	26	55.85
Krypton	Kr	36	83.80
Lanthanum	La	57	138.91
Lawrencium	Lr	103	(257)
Lead	Pb	82	207.19
Lithium	Li	3	6.939
Lutetium	Lu	71	174.97
Magnesium	Mg	12	24.312
Manganese	Mn	25	54.94
Mendelevium	Md	101	(256)
Mercury	Hg	80	200.59
Molybdenum	Mo	42	95.94
Neodymium	Nd	60	144.24
Neon	Ne	10	20.183
Neptunium	Np	93	(237)
Nickel	Ni	28	58.71
Niobium	Nb	41	92.91
Nitrogen	N	7	14.007
Nobelium	No	102	(253)
Osmium	Os	76	190.2
Oxygen	O	8	15.9994
Palladium	Pd	46	106.4
Phosphorus	P	15	30.974
Platinum	Pt	78	195.09
Plutonium	Pu	94	(242)
Polonium	Po	84	(210)
Potassium	K	19	39.102
Praseodymium	Pr	59	140.91
Promethium	Pm	61	(147)
Protactinium	Pa	91	(231)
Radium	Ra	88	(226)
Radon	Rn	86	(222)
Rhenium	Re	75	186.23
Rhodium	Rh	45	102.91
Rubidium	Rb	37	85.47
Ruthenium	Ru	44	101.1
Samarium	Sm	62	150.35
Scandium	Sc	21	44.96
Selenium	Se	34	78.96
Silicon	Si	14	28.09
Silver	Ag	47	107.870
Sodium	Na	11	22.9898
Strontium	Sr	38	87.62
Sulfur	S	16	32.064
Tantalum	Ta	73	180.95
Technetium	Tc	43	(99)
Tellurium	Te	52	127.60
Terbium	Tb	65	158.92
Thallium	Tl	81	204.37
Thorium	Th	90	232.04
Thulium	Tm	69	168.93
Tin	Sn	50	118.69
Titanium	Ti	22	47.90
Tungsten	W	74	183.85
Uranium	U	92	238.03
Vanadium	V	23	50.94
Xenon	Xe	54	131.30
Ytterbium	Yb	70	173.04
Yttrium	Y	39	88.91
Zinc	Zn	30	65.37
Zirconium	Zr	40	91.22

ed on mass of C^{12} at 12.000... The ratio of these weights of those on the older chemical scale (in which oxygen of natural opic composition was assigned a mass of 16.0000...) is 1.000050. (Values in parentheses represent the most stable known ope.)

भाग : क/PART – A

1. निम्न में से किसको विद्युत आवेश संचित करने हेतु इस्तेमाल किया जाता है
   1. बैटरी
   2. संधारित्र
   3. ट्रांसफार्मर
   4. स्विच

1. Which of the following is used for storing electric charge?
   1. battery
   2. capacitor
   3. transformer
   4. switch

2. निम्न में से किसकी वैद्युत प्रतिरोधकता निम्नतम है
   1. बलुआ पत्थर जलभृत
   2. लवण जलभृत
   3. ग्रेनाइट
   4. चूना पत्थर

2. Which of the following has the lowest electrical resistivity?
   1. sandstone aquifer
   2. saline aquifer
   3. granite
   4. Limestone

3. एक वृत्ताकार धातु छल्ले में से प्रवाहित हो रही धारा का चुम्बकीय प्रभाव छल्ले को
   1. त्रिज्यी रूप से अंदर की ओर सिकोड देगा
   2. त्रिज्यी रूप से बाहर की ओर फैला देगा
   3. अपने मूल आकार और आकृति में बनाए रखेगा
   4. हेलिक्स में मुड़ जाएगा

3. The magnetic effect of a current passing through a circular metallic ring will make the ring
   1. shrink inwards radially
   2. expand outwards radially
   3. retain its original size and shape
   4. twist into a helix

4. आरंभिक त्रिज्या r_0 के एक गैरदुर्दम गोलाकार स्योली का आयतन kA दर से घटता है जहां k आनुपातिकता स्थिरांक है और A स्फेड का क्षेत्रफल। t समय पर त्रिज्या r है
   1. $r = r_0 + kt$
   2. $r = r_0 - kt$
   3. $r = r_0 - kt^2$
   4. $r = r_0 - k \log t$

4. The volume of a non malignant spherical tumor of initial radius r_0 decreases at a rate kA, where k is a constant of proportionality and A is the surface area. The radius r at time t is
   1. $r = r_0 + kt$
   2. $r = r_0 - kt$
   3. $r = r_0 - kt^2$
   4. $r = r_0 - k \log t$

5. निम्न तालिका ऊंचाई के साथ वायुमंडलीय दाब की विचरण दर्शाती है। 5 किमी की ऊंचाई पर अनुमानित दाब होगा :

ऊंचाई(किमी)	0	2	4	6	8
दाब(मिबार)	1000	900	750	550	300

   1. 740 मि. बार
   2. 560 मि. बार
   3. 700 मि. बार
   4. 650 मि. बार

5. The following table gives the variation of atmospheric pressure with height. What is the expected pressure at 5 km?

height (km)	0	2	4	6	8
pressure (mbar)	1000	900	750	550	300

   1. 740 mbar
   2. 560 mbar
   3. 700 mbar
   4. 650 mbar

6. हीलियम (परमाणु संहति 4) का 1 मोल और आर्गन (परमाणु संहति 40) का 1 मोल एक ही ताप पर हैं परमाणुओं की औसत गतिज ऊर्जा है
   1. दोनों परिस्थितियों में समान
   2. हीलियम के लिए उच्चतर
   3. आर्गन के लिए उच्चतर
   4. 1 : 10 के अनुपात में

6. 1 mole of helium (atomic mass 4) and 1 mole of argon (atomic mass 40) are at the same temperature. The average kinetic energy of the atoms is
   1. the same in two cases
   2. higher for helium
   3. higher for argon
   4. in the proportion 1:10

स्टार्च को तनु H_2SO_4 के साथ, दाब के नीचे गर्म करने से ग्लूकोज बन जाता है परंतु उन्हीं अभिक्रिया परिस्थितियों में सेलुलोज के साथ ऐसा नहीं होता क्योंकि

- सेलुलोज एक रैखिक कार्बोहाइड्रेट है
- सेलुलोज एक शाश्वत कार्बोहाइड्रेट है
- सेलुलोज कार्बोहाइड्रेट नहीं है
- स्टार्च बहुत निम्न आण्विक भार का कार्बोहाइड्रेट है

इस मुक्त की जाने वाली ऊर्जा का स्रोत होता है

- नाभिकीय विखंडन
- निम्नताप संलयन
- नाभिकीय संलयन
- गुरुत्व

न सत्य सारणी किस तर्क को दर्शाती है

निवेश		निर्गत
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

AND
OR
NOT
NOR

द्विआधारी संख्याएं 101 और 011 को जोड़ने से निम्न में से ी संख्या प्राप्त होती है

1000
0101
1101
1010

प्रोग्राम क्या परिकलित करता है ?

INPUT X
A = 3.1416 * X * X
PRINT A

त का क्षेत्रफल
र्ध वृत्त का क्षेत्रफल
र्ग का क्षेत्रफल
समकुर्भुज का क्षेत्रफल

तत्वों में से कौन मानव शरीर के वजन में प्रमुख योग

कार्बन
ऑक्सीजन
नाइट्रोजन
सल्फर

7. Starch, on boiling with dilute H_2SO_4 under pressure, produces glucose, but cellulose, under similar reaction conditions, fails to do so because

1. cellulose is a linear carbohydrate
2. cellulose is a branched carbohydrate
3. cellulose is not a carbohydrate
4. starch is a very low molecular weight carbohydrate

8. The source of the energy released by the Sun is

1. nuclear fission
2. cold fusion
3. nuclear fusion
4. gravity

9. The logic represented by the truth table below is :

INPUTS		OUTPUT
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

1. AND
2. OR
3. NOT
4. NOR

10. The addition of binary numbers 101 and 011 produces the binary number

1. 1000
2. 0101
3. 1101
4. 1010

11. What does the following program calculate?

INPUT X
A = 3.1416 * X * X
PRINT A

1. area of a circle
2. area of an ellipse
3. area of a square
4. area of a rhombus

12. Which of the following elements contributes to major part of the weight of a human body?

1. carbon
2. oxygen
3. nitrogen

13. निम्न में से कौन उच्चस्तर विन्यासित प्रोग्रामिंग भाषा है

1. फोट्रान
2. कोबॉल
3. पास्कल
4. C++

14. सभी जीवित ऊतकों में अंतिम इलेक्ट्रान ग्राही होता है

1. ऑक्सीजन
2. कार्बन डाइआक्साइड
3. नाइट्रोजन
4. कैल्शियम

15. एक मधुमक्खी एक क्यारी में जाती है जिसमें 5 फूल हैं जिनमें से प्रत्येक में 10, 20, 30, 40 और 50 µL मकरंद है और वह मधुमक्खी पूर्ण उपलब्ध मकरंद ग्रहण कर लेती है। मधुमक्खी द्वारा प्राप्त की जाने वाली मकरंद की माध्य मात्रा है

1. 150 µL
2. 75 µL
3. 30 µL
4. 23 µL

16. जीन संरचना AAbbccDDEE और aaBBCCddee जनकों के बीच संकर की संतति की जीन संरचना होगी

1. AABbCcDdEe
2. AaBbCcDDEe
3. AaBbCCDDEe
4. AaBbCcDdEe

17. ऊर्ध्वपातित ठोस को एक ऐसे बाड़े में रखा जाता है जिसे धीरे-धीरे निर्वातित किया जाता है। ऊर्ध्वपातन दर पर तथा मुक्त होते हुए अणुओं के माध्य मुक्त पथ पर, समय के फलन के रूप में क्या प्रभाव पड़ता है ?

1. ऊर्ध्वपातन दर गिर जाती है, माध्य मुक्त पथ में वृद्धि हो जाती है
2. ऊर्ध्वपातन दर और माध्य मुक्त पथ, दोनों, घट जाते हैं।
3. ऊर्ध्वपातन दर और माध्य मुक्त पथ दोनों में वृद्धि हो जाती है।
4. ऊर्ध्वपातन दर में वृद्धि हो जाती है माध्य मुक्त पथ घट जाता है।

18. यदि बोर त्रिज्या और $(5.3 \times 10^{-11}\ m)$ और हाईड्रोजन परमाणु की मूल अवस्था में इलेक्ट्रान की माध्य गति $(2.1 \times 10^6\ m/s)$ को मूल इकाइयों के रूप में लिया जाता है तब समय की मूल इकाई होगी लगभग

1. 4.0×10^{-6} s
2. 1.1×10^{-7} s
3. 2.5×10^{-17} s

13. Which of the following is an object oriented programming language?

1. Fortran
2. Cobol
3. Pascal
4. C++

14. The ultimate electron acceptor in all living tissues is

1. oxygen
2. carbon dioxide
3. nitrogen
4. calcium

15. A bee visits a flower bed containing 5 flowers, each with 10, 20, 30, 40 and 50 µL of nectar and takes up all the available nectar. What is the mean nectar reward obtained by the bee?

1. 150 µL
2. 75 µL
3. 30 µL
4. 23 µL

16. The genotype of the progeny of a cross between parents of genotypes AAbbccDDEE and aaBBCCddee is

1. AABbCcDdEe
2. AaBbCcDDEe
3. AaBbCCDDEe
4. AaBbCcDdEe

17. A subliming solid is kept inside an enclosure, which is slowly evacuated. What happens to the rate of sublimation and the mean free path of the escaping molecules as a function of time?

1. sublimation rate falls, mean free path increases
2. both sublimation rate and mean free path fall
3. both sublimation rate and mean free path increase
4. sublimation rate increases, mean free path falls

18. If the Bohr radius $(5.3 \times 10^{-11}\ m)$ and the mean speed of the electron in the ground state of the hydrogen atom $(2.1 \times 10^6\ m/s)$ are taken as fundamental units, the fundamental unit of time will be approximately

1. 4.0×10^{-6} s
2. 1.1×10^{-7} s
3. 2.5×10^{-17} s

एक बीज को 1 kcal ऊर्जा को पूर्ण रूप से वसा के रूप में संग्रहित करने की तुलना में उसे पूर्ण रूप से स्टार्च के रूप में संग्रहित करने में कितनी जगह की जरूरत होती है

1. बीज की किस्म पर निर्भर
2. अधिक
3. कम
4. बराबर

7 पिल्लों की एक ब्यात में से पहले तीन का मादा होने की प्रायिकता कितनी होगी ?

1. 1/8
2. 3/7
3. 4/7
4. 4/8

यह कल्पना करते हुए कि एक काकरोच अपने प्रत्येक विम लंबाई, चौड़ाई और मोटाई) में दुगना हो जाता है और अपनी शिका संरचना बनाए रखता है. काकरोच के जीवित नहीं सकने का कारण है।

उसका घनत्व बढ़ गया
उसके द्रव्यमान के अनुपात में उसका सतह क्षेत्रफल नहीं बढ़ा
उसका आयतन उतना नहीं बढ़ा जितना उसका सतह क्षेत्रफल
पानी की मात्रा में पर्याप्त रूप से वृद्धि नहीं हुई

वेक्टर $\vec{A}=2\hat{i}+3\hat{j}$ और $\vec{B}=3\hat{i}-2\hat{j}$ के बीच कोण

60°
90°
45°
30°

उत्प्रेरक पदार्थ 1.0 सेमी. त्रिज्या की बेलाकार गुलिकाओं में, उपलब्ध है। उसे पीसकर 0.01 सेमी त्रिज्या के ने बदल दिया जाता है। पिसे हुए पदार्थ के सतह के का भौतिक पदार्थ के सतह क्षेत्रफल से क्या अनुपात

)
0
00

व और तीन महिलाओं के एक पैनल से, पारस्परिक सदस्यों की समिति कितने प्रकार से बनायी जा

19. The space required to store 1 kcal of energy in a seed entirely in the form of fats compared to entirely in form of starch is
1. dependent on the seed type
2. more
3. less
4. equal

20. What would be the probability of the first three pups being female in a litter of 7 pups?
1. 1/8
2. 3/7
3. 4/7
4. 4/8

21. Assume that a cockroach doubles in each of its dimensions (length, breadth and thickness), maintaining its cell structure. The reason why it may not survive is
1. its density has increased
2. its surface area has not increased in proportion to its mass
3. its volume has not increased as much as its surface area
4. its water content has not increased sufficiently

22. The angle between the two vectors $\vec{A}=2\hat{i}+3\hat{j}$ and $\vec{B}=3\hat{i}-2\hat{j}$ is
1. 60°
2. 90°
3. 45°
4. 30°

23. A catalytic material is available in the form of spherical pellets of radius 1.0 cm. It is crushed to yield smaller spheres of radius 0.01 cm. The ratio of surface area of the crushed material to that of the original one is
1. 10
2. 100
3. 1
4. 1000

24. In how many ways can a committee comprising two members be formed at random from a panel consisting of two men and three women?
1. 120
2. 24
3. 10
4. 60

23. यदि एक समतल में x-अक्ष के संदर्भ में मापे जाने वाले एक कोण ϕ को 360° से परे जाने दिया जाता है तब समीकरण $r = a\phi$, जहां r उद्गम से दूरी और a एक स्थिरांक है द्वारा प्रदत्त किए जाने वाले वक्र की आकृति होगी

1. वृत्त
2. दीर्घवृत्त
3. हइपर बोला
4. सर्पिल

26. पृथ्वी के अंदर अधिकांश पदार्थ ठोस है जब वह पृथ्वी के अंदर निर्मित्त है तब वह वहां नहीं रह पाता और सतह पर आ जाता है क्योंकि वह

1. पड़ोसी ठोस की अपेक्षा अधिक उत्प्लावी होता है।
2. सतह के निकट बनता है।
3. पृथ्वी के अंदर बहुत गहराई में बनता है।
4. उद्गगर के एकदम नीचे उत्पन्न होता है

27. कोरिओलिस बल (वह आभासी बल जो एक गतिमान वस्तु द्वारा पृथ्वी के घूर्णन के फलस्वरूप अनुभव किया जाता है), पृथ्वी की सतह पर सदैव कार्य करता है

1. गति के पथ के समानांतर
2. गति के पथ से समकोण पर
3. गति के पथ से 45° के कोण पर
4. एक वृत्त में

28. पृथ्वी पर एक सरल पेंडुलम की समय अवधि

1. ध्रुवों की अपेक्षा भूमध्य रेखा पर कम होती है।
2. ध्रुवों की अपेक्षा भूमध्य रेखा पर अधिक होती है।
3. पृथ्वी के सब स्थानों पर समान होती है।
4. भूमध्य रेखा पर स्थिर परंतु ध्रुवों पर विचरणशील होती है।

29. मानक वायुमंडलीय दाब पर पानी का क्वथनांक 100° से. है माउंट एवरेस्ट के शिखर पर पानी लगभग कितने तापमान पर उबलेगा ?

1. 100° से.
2. 112° से.
3. 71° से.
4. 98° से.

30. भारतीय उपमहाद्वीप को घेरे हुए किस सागर को सबसे अधिक अवसाद प्राप्त होता है

1. अरब सागर
2. बंगाल की खाड़ी
3. लक्षद्वीप सागर
4. अंडमान सागर

25. If the angle ϕ in a plane measured with respect to the x-axis is allowed to go beyond 360°, the shape of the curve given by the equation $r = a\phi$, where r is the distance from the origin and a is a constant, will be a
1. circle
2. ellipse
3. hyperbola
4. spiral

26. Most of the material inside the earth is solid; when a melt is generated inside the earth, it is not able to stay there and comes to the surface because it is
1. more buoyant than the surrounding solid
2. formed near the surface
3. formed very deep inside the earth
4. generated exactly below the eruption

27. Coriolis force (apparent force experienced by a moving object due to the rotation of the earth) at the earth's surface always acts
1. parallel to the path of motion
2. at right angles to the path of motion
3. at 45° to the path of motion
4. in a circle

28. Time period of a simple pendulum on the earth is
1. less at the equator compared to the poles
2. greater at the equator compared to the poles
3. same at all points on the earth
4. constant at the equator but varying at the poles

29. The boiling point of water at normal atmospheric pressure is 100°C. Approximately at what temperature will water boil on the top of Mt. Everest?
1. 100°C
2. 112°C
3. 71°C
4. 98°C

30. Which sea around the Indian sub-continent receives the largest quantity of sediment?
1. Arabian Sea
2. Bay of Bengal
3. Lakshadweep Sea
4. Andaman Sea

एक स्थान ग्रीष्म में अधिकतम वर्षा प्राप्त करता है और उसका वार्षिक वर्षा पैटर्न इस प्रकार है

तु	दिसंबर-फरवरी	मार्च-मई	जून-अगस्त	सितंबर-अक्तूबर
(मिमी में)	500	30	5	100

उस स्थान के निम्न में से किस देश में स्थित होने की सर्वाधिक संभावना है

1. ऑस्ट्रेलिया
2. कनाडा
3. जापान
4. फ्रांस

एक समद्विबाहु त्रिभुज की दो भुजाएं 16 सेमी और 7 सेमी हैं। तीसरी भुजा होगी

1. 15 सेमी
2. 7 सेमी
3. 9 सेमी
4. $(16^2 + 7^2)^{1/2}$ सेमी

कार्बन के एक छोटे से टुकड़े को आक्सीजन के आधिक्य में जलाया जाता है। यदि आक्सीजन की मात्रा को दुगना कर दिया जाता है तब CO_2 की निर्माण दर

1. पहले जैसी ही रहेगी
2. दुगनी हो जाएगी
3. चौगुनी हो जाएगी
4. आधी हो जाएगी

निम्न में से स्ट्रैटोस्फियर में कौन ग्रीनहाउस गैस नहीं है

1. कार्बन डाइआक्साइड
2. मेथेन
3. जलवाष्प
4. ओजोन

रेडियो न्यूक्लिओटाइड की अर्द्ध आयु 50 दिन है। इस न्यूक्लिओटाइड के परमाणु की संख्या के मूल स्थिति की से घटकर 12.5% हो जाने तक इसकी कितनी आयु बीत जाएगी

31. A place receives maximum rainfall in summer and has an annual rainfall pattern as shown.

Season	Dec-Feb	Mar-May	Jun-Aug	Sep-Nov
Rainfall(mm)	500	30	5	100

In which of the following countries is the place most likely located?

1. Australia
2. Canada
3. Japan
4. France

32. Two sides of an isosceles triangle are 16 cm and 7 cm. What is the third side?

1. 16 cm
2. 7 cm
3. 9 cm
4. $(16^2 + 7^2)^{1/2}$ cm

33. A small piece of carbon is burnt in excess of oxygen. If the amount of oxygen is doubled, the rate of formation of CO_2 will

1. remain the same
2. double
3. quadruple
4. be halved

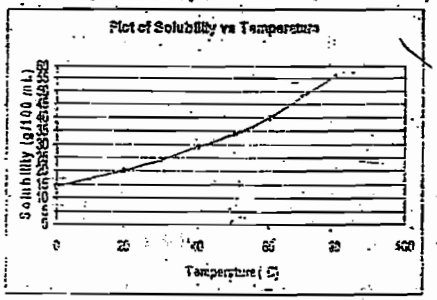
34. Which of the following is not a greenhouse gas in the stratosphere?

1. carbon dioxide
2. methane
3. water vapour
4. ozone

35. The half life of a radionuclide is 50 days. How many half lives would have elapsed before the number of atoms of the radionuclide becomes 12.5 percent of its original.

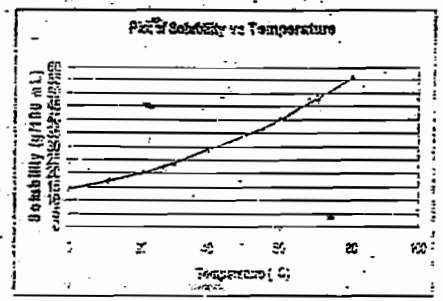
1. Four
2. Two
3. Three
4. One

36. नीचे दिए गए चित्र में $CuSO_4$ की घुलनशीलता S (ग्राम /100 मिलि पानी में) बनाम t (°C) तथा बनाई गई है $CuSO_4$ के 100 मिलि पानी में 60° से. पर बनाए गए संतृप्त घोल को 30° से. तक ठंडा किया गया कितना $CuSO_4$ नीचे जम जाएगा



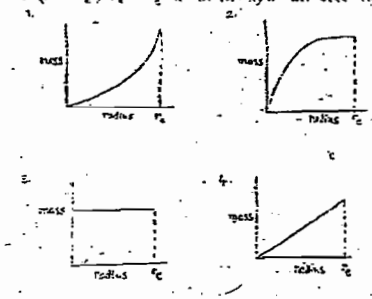
1. 30 ग्राम
2. 25 ग्राम
3. 40 ग्राम
4. 16 ग्राम

36. The solubility, S, (in g/100 mL water) of $CuSO_4$ vs. temperature, t (°C) is shown in the figure below. A saturated solution of $CuSO_4$ in 100 mL of water prepared at 60 °C is cooled to 30 °C. How much $CuSO_4$ would be deposited?

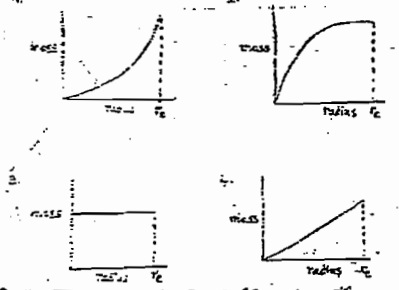


1. 30g
2. 25g
3. 40g
4. 16g

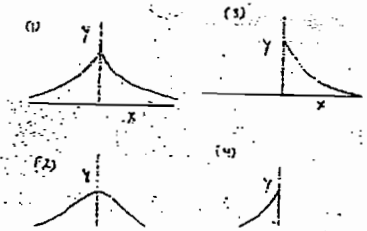
37. यदि पृथ्वी का घनत्व सब स्थानों पर एकसमान रहता तब निम्न में से कौन सा ग्राफ पृथ्वी के द्रव्यमान को त्रिज्या r ($r < r_e$; r_e = पृथ्वी की त्रिज्या) के गोले अंदर दर्शाता :



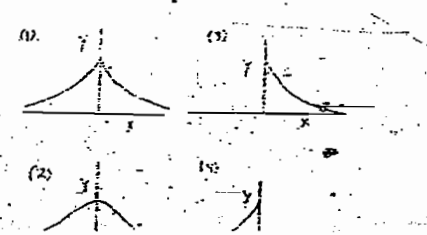
37. If the earth had a uniform density all through, which of the following graphs would show the mass of the earth within a sphere of radius r ($r < r_e$; r_e = radius of the earth)?



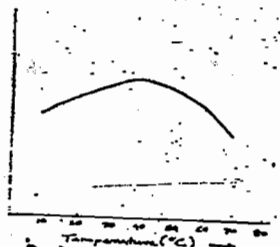
38. फलन e^{-x} के लिए सही प्लाट कौन सा है



38. The correct plot for the function e^{-x} is

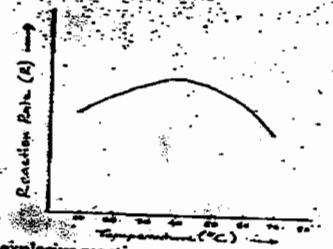


निम्न चित्र में ताप के फलन के रूप में अभिक्रिया की दर की प्रोफाइल दर्शायी गई है इस अभिक्रिया के निम्न में से कौन होने की सर्वाधिक संभावना है ?



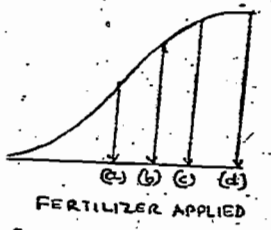
1. विस्फोटक अभिक्रिया
2. निम्नतापी अभिक्रिया
3. शरीरक्रियात्मक अभिक्रिया
4. नाभिकीय अभिक्रिया

39. The following figure shows the profile of a rate of reaction as a function of temperature. Which of the following types of reactions is it most likely to be?



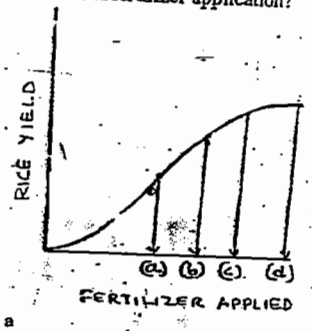
1. explosive reaction
2. cryogenic reaction
3. physiological reaction
4. nuclear reaction

निम्न चित्र चावल उत्पादन और इस्तेमाल की गई उर्वरक की मात्रा से संबंधित एक वक्र दर्शाता है। वक्र में कौन से बिंदु इस उपयोग के इष्टतम स्तर दर्शाते हैं ?



a
b
c
d

40. The following figure shows a curve relating rice yield with the amount of fertilizer used. Which of the points in the graph represents the optimal level of fertilizer application?



1. a
2. b
3. c
4. d

भाग - ख/PART – B

41. कम्यूटेटर $[\hat{x},[\hat{x},\hat{p}]]$ है

1. $i\hbar\hat{x}$
2. $-i\hbar\hat{x}$
3. $2i\hbar\hat{x}$
4. 0

41. The commutator $[\hat{x},[\hat{x},\hat{p}]]$ is

1. $i\hbar\hat{x}$
2. $-i\hbar\hat{x}$
3. $2i\hbar\hat{x}$
4. 0

42. निम्न में से कौन एक स्पिन- $\frac{1}{2}$ कण की वही भौतिक अवस्था दर्शाता है जो $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\ i\end{pmatrix}$ द्वारा दर्शायी जाती है?

1. $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\ 1\end{pmatrix}$
2. $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\ 0\end{pmatrix}$
3. $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\ -1\end{pmatrix}$
4. $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}i\\ -1\end{pmatrix}$

42. Which of the following describes the same physical state of a spin- $\frac{1}{2}$ particle as $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\ i\end{pmatrix}$?

1. $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\ 1\end{pmatrix}$
2. $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\ 0\end{pmatrix}$
3. $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}1\\ -1\end{pmatrix}$
4. $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}i\\ -1\end{pmatrix}$

43. यदि $\psi_{n,l,m}(\vec{r})$ हाइड्रोजन परमाणु के हैमिल्टनी H का प्रसान्त्यीकृत आइगेनफलन दर्शाता है तब तरंग फलन $\frac{1}{\sqrt{2}}[\psi_{2,1,1}(\vec{r})+\psi_{2,1,-1}(\vec{r})]$ निम्न में से किसका आइगेनफलन है

1. L^2 और L_z
2. H और L_z
3. H और L^2
4. अकेला L_z

43. If $\psi_{n,l,m}(\vec{r})$ denote normalised eigenfunctions of the Hamiltonian H of the hydrogen atom, then the wave function $\frac{1}{\sqrt{2}}[\psi_{2,1,1}(\vec{r})+\psi_{2,1,-1}(\vec{r})]$ is an eigenfunction of

1. L^2 and L_z
2. H and L_z
3. H and L^2
4. L_z alone

44. एक कण, क्षेत्र $0 < x < \infty$ में एक विमीय सरल आवर्ती दोलक विभव में परिरुद्ध है। $x = 0$ पर एक अपरिमित रोधक है। उस कण के ऊर्जा स्तर निम्न में से किसके द्वारा पृथक्कृत होते हैं

1. $\frac{1}{2}\hbar\omega$
2. $\hbar\omega$
3. $\frac{3}{2}\hbar\omega$
4. $2\hbar\omega$

44. A particle is confined to a one dimensional harmonic oscillator potential in the region $0 < x < \infty$. At $x = 0$ there is an infinite barrier. The energy levels of the particle are separated by

1. $\frac{1}{2}\hbar\omega$
2. $\hbar\omega$
3. $\frac{3}{2}\hbar\omega$
4. $2\hbar\omega$

45. हाइड्रोजन परमाणु में एक इलेक्ट्रान एक ऐसी अवस्था में है जिसकी ऊर्जा −3.4 eV है। उस अवस्था की अपभ्रष्टता है

1. 4
2. 8
3. 2
4. 1

45. An electron in the hydrogen atom is in a state whose energy is −3.4 eV. The degeneracy of the state is

1. 4
2. 8
3. 2
4. 1

46. यदि $J_+|j,m\rangle=0$ है जहाँ J_+ कोणीय संवेग उत्थान प्रचालक $J_+=J_x+iJ_y$ दर्शाता है तब m का मान है

1. $-j+1$
2. $-j$
3. $j-1$
4. j

46. If $J_+|j,m\rangle=0$ where J_+ denotes the angular momentum raising operator, $J_+=J_x+iJ_y$, the value of m is

1. $-j+1$
2. $-j$
3. $j-1$
4. j

47. फलन $(x^3-2)e^{-\alpha x^2}$ का फलन, एक विमीय क्वांटम मैकेनिकल प्रणाली में, निम्न में से किस अवस्था को दर्शा सकता है

1. उसकी आद्य अवस्था को
2. उसकी प्रथम उत्तेजित अवस्था को
3. उसकी द्वितीय उत्तेजित अवस्था को
4. प्रथम और द्वितीय उत्तेजित अवस्थाओं के अध्यारोपण को

47. A function of the form $(x^3-2)e^{-\alpha x^2}$ can represent the state of a one dimensional quantum mechanical system in

1. its ground state
2. its first excited state
3. its second excited state
4. a superposition of first and second excited states

48. एक निकाय $\psi=\frac{1}{2}\left(\psi_1+\sqrt{3}\psi_2\right)$ अवस्था में है जहाँ ψ_1 और ψ_2 क्रमशः आइगेनफलन E_1 और E_2 की संगत ऊर्जा आइगेनअवस्थाएँ दर्शाते हैं। जब ऊर्जा का मापन किया जाता है तब मान E_1 प्राप्त करने की प्रायिकता है

1. $\sqrt{3}/2$
2. $3/4$
3. $1/2$
4. $1/4$

48. A system is in the state $\psi=\frac{1}{2}\left(\psi_1+\sqrt{3}\psi_2\right)$ where ψ_1 and ψ_2 denote energy eigenstates corresponding to the eigenvalues E_1 and E_2 respectively. When a measurement of energy is made, the probability of obtaining the value E_1 is

1. $\sqrt{3}/2$
2. $3/4$
3. $1/2$
4. $1/4$

49. एक कण $V=\alpha x$ के क्षेत्र में गतिमान है। हैमिल्टनी $\hat{H}_0=\frac{\hat{p}^2}{2m}+\frac{1}{2}k\hat{x}^2$ के आइगेनमानों में प्रथम-कोटि शोधन है

1. 0
2. α/k
3. $2\alpha/k$
4. $-2\alpha/k$

49. The first-order correction to the eigenvalues of the Hamiltonian $\hat{H}_0=\frac{\hat{p}^2}{2m}+\frac{1}{2}k\hat{x}^2$ due to a perturbation $\hat{H}_1=\alpha\hat{x}$ are

1. 0
2. α/k
3. $2\alpha/k$
4. $-2\alpha/k$

50. द्रव्यमान $m=\frac{1}{2}$ और ऊर्जा E के एक संरल आवर्ती दोलक के लिए जो विभव $V(x)=\frac{1}{2}kx^2$ में गति कर रहा है, WKB की क्वांटम स्थिति होगी

1. $\int_{-\sqrt{2E/k}}^{\sqrt{2E/k}} dx\sqrt{E-\frac{1}{2}kx^2}=\left(n+\frac{1}{2}\right)\pi\hbar$
2. $\int_{0}^{\sqrt{2E/k}} dx\sqrt{E-\frac{1}{2}kx^2}=\left(n+\frac{1}{2}\right)\pi\hbar$
3. $\int_{-\sqrt{2E/k}}^{\sqrt{2E/k}} dx\sqrt{E-\frac{1}{2}kx^2}=\left(n+\frac{1}{2}\right)\pi\hbar$
4. $\int_{-\infty}^{\infty} dx\sqrt{E-\frac{1}{2}kx^2}=\left(n+\frac{1}{2}\right)\pi\hbar$

50. For a harmonic oscillator of mass $m=\frac{1}{2}$ and energy E, moving in a potential $V(x)=\frac{1}{2}kx^2$, the WKB quantization condition reads

1. $\int_{-\sqrt{2E/k}}^{\sqrt{2E/k}} dx\sqrt{E-\frac{1}{2}kx^2}=\left(n+\frac{1}{2}\right)\pi\hbar$
2. $\int_{0}^{\sqrt{2E/k}} dx\sqrt{E-\frac{1}{2}kx^2}=\left(n+\frac{1}{2}\right)\pi\hbar$
3. $\int_{-\sqrt{2E/k}}^{\sqrt{2E/k}} dx\sqrt{E-\frac{1}{2}kx^2}=\left(n+\frac{1}{2}\right)\pi\hbar$
4. $\int_{-\infty}^{\infty} dx\sqrt{E-\frac{1}{2}kx^2}=\left(n+\frac{1}{2}\right)\pi\hbar$

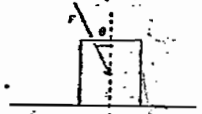
51. द्रव्यमान m और वेग v एक आपेक्षिकीय कण का लग्रांजी $L=-mc^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ है। उसका हैमिल्टनी H होगा

1. $H=mc^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
2. $H=\frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
3. $H=\sqrt{m^2c^4+p^2c^2}$
4. $H=\frac{m^2c^4}{\sqrt{m^2c^4+p^2c^2}}$

51. The Lagrangian of a relativistic particle of mass m and velocity v is $L=-mc^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$. Its Hamiltonian H is :

1. $H=mc^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
2. $H=\frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
3. $H=\sqrt{m^2c^4+p^2c^2}$
4. $H=\frac{m^2c^4}{\sqrt{m^2c^4+p^2c^2}}$

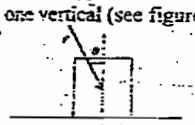
52. नगण्य द्रव्यमान का एक ब्लाक एक ऐसी क्षैतिज सतह पर स्थित है जिसका घर्षण गुणांक μ है। एक बल F नीचे की ओर कोण θ पर, एक ऊर्ध्वाधर पर, लगाया जाता है (निम्न चित्र देखिए)



कोण का वह अधिकतम मान, जिस पर बल ब्लाक को फिसला नहीं सकता, है

1. $\theta=\tan^{-1}\mu$
2. $\theta=\cot^{-1}\mu$
3. $\theta=\sin^{-1}\mu$

52. A block of negligible mass rests on a horizontal surface with coefficient of friction μ. A force F is applied downwards, at an angle θ to one vertical (see figure).



The maximum value of the angle at which the force cannot make the block slip is:

1. $\theta=\tan^{-1}\mu$
2. $\theta=\cot^{-1}\mu$
3. $\theta=\sin^{-1}\mu$

53. लग्रांजी $L=\frac{1}{2}m\left(\frac{dz}{dt}\right)\left(\frac{dz^*}{dt}\right)-V(zz^*)$ को निश्चरता (जहां $z=re^{i\theta}=x+iy$ एक सम्मिश्र निर्देशांक है), रूपांतरण $z\to e^{i\alpha}z, z^*\to e^{-i\alpha}z^*$ (एक वास्तविक संख्या α के लिए) के अंतर्गत निम्न में से किसका संरक्षण करती है

1. कोणीय संवेग का
2. x के साथ रैखिक संवेग का
3. y के साथ रैखिक संवेग का
4. ऊर्जा का

54. एक प्रदत्त पदार्थ से बने एक स्प्रिंग का प्रत्यनयन बल $F=-kx^3$ है। इस स्प्रिंग के अंत में द्रव्यमान m के एक बिंदु की कुल ऊर्जा होगी

1. $E=\frac{1}{2}m\dot{x}^2+\frac{1}{4}kx^4$
2. $E=\frac{1}{2}m\dot{x}^2-\frac{1}{4}kx^4$
3. $E=\frac{1}{2}m\dot{x}^2+kx^3$
4. $E=\frac{1}{2}m\dot{x}^2+\frac{1}{2}kx^2$

55. द्रव्यमान M और त्रिज्या R के एक गोलाकार ग्रह को निम्न में से किस कोणीय वेग ω से घूर्णन करना चाहिए कि उसकी विषुवत रेखा पर, उसकी सतह पर, प्रभावी गुरुत्वीय त्वरण शून्य हो ?

1. $\omega=\sqrt{\frac{GM}{R^3}}$
2. $\omega=\frac{GM}{R^3}$
3. $\omega=\frac{\sqrt{GM}}{R}$
4. $\omega=\frac{\sqrt{GM}}{R^2}$

56. एकसमान गुरुत्व में, एक घर्षणरहित आनत समतल पर नीचे फिसलते हुए एक पिंड का प्रावस्था समष्टि कक्षा होगी

1. एक सरल रेखा
2. एक दीर्घवृत
3. एक पैराबोला

53. The invariance of the Lagrangian $L=\frac{1}{2}m\left(\frac{dz}{dt}\right)\left(\frac{dz^*}{dt}\right)-V(zz^*)$ (where $z=re^{i\theta}=x+iy$ is a complex coordinate), under the transformation $z\to e^{i\alpha}z, z^*\to e^{-i\alpha}z^*$ (for a real number α), leads to the conservation of

1. angular momentum
2. linear momentum along x
3. linear momentum along y
4. energy

54. A spring made of a given material has the restoring force $F=-kx^3$. The total energy of a point of mass m at the end of this spring is:

1. $E=\frac{1}{2}m\dot{x}^2+\frac{1}{4}kx^4$
2. $E=\frac{1}{2}m\dot{x}^2-\frac{1}{4}kx^4$
3. $E=\frac{1}{2}m\dot{x}^2+kx^3$
4. $E=\frac{1}{2}m\dot{x}^2+\frac{1}{2}kx^2$

55. With what angular velocity ω should a spherical planet of mass M and radius R rotate so that the effective gravitational acceleration on its surface at the equator is zero?

1. $\omega=\sqrt{\frac{GM}{R^3}}$
2. $\omega=\frac{GM}{R^3}$
3. $\omega=\frac{\sqrt{GM}}{R}$
4. $\omega=\frac{\sqrt{GM}}{R^2}$

56. The phase space orbit of a body sliding down a frictionless inclined plane in uniform gravity is

1. a straight line
2. an ellipse
3. a parabola

57. सतह में त्रिज्या R के एक विशाल ग्लोब की आंतरिक सतह पर एक ऊर्ध्वाधर रेखांश के साथ, मोटरसाइकिल चलाने वाले व्यक्ति को अपनी न्यूनतम गति कितनी रखनी चाहिए जिससे वह आंतरिक सतह पर रहा जाए

1. $2\sqrt{Rg}$
2. $\sqrt{5Rg}$
3. $\pi\sqrt{5Rg}$
4. $2\pi\sqrt{Rg}$

58. एक केन्द्रीय बल विभव $V(r)=-k/r$ में द्रव्यमान m और कोणीय संवेग l के एक कण की कक्षा के लिए समीकरण $r(\theta)=\frac{l^2/mk}{1+\sqrt{1+\frac{2El^2}{mk^2}}\cos\theta}$ द्वारा प्रदान किया जाता है। यदि वृत्ताकार कक्षा की त्रिज्या R है तब पैराबोलिक कक्षा के लिए न्यूनतम उपगमन दूरी d कितनी है

1. $d=2R$
2. $d=\frac{R}{2}$
3. $d=\frac{R}{\sqrt{2}}$
4. $d=\frac{R}{1+\sqrt{2}}$

59. फार्म $s(t)\ddot{q}+p(t)\dot{q}+r(t)q=0$ जहां s, p और r समय t के, $s(t)\neq 0$ सहित, मसृण फलन हैं के एक चर में द्वितीय कोटि के अवकल समीकरण को हैमिल्टन समीकरण के रूप में लिखा जा सकता है

1. सदैव
2. केवल उस समय जब $s(t)\equiv 1$
3. केवल उस समय जब $p(t)\equiv 0$
4. केवल उस समय जब $r(t)=1$

60. निम्न नाभिकों में से कितनें न्यूट्रानों अथवा प्रोटोनों की मैजिक संख्या मौजूद होती है ?

1. ^{12}C
2. ^{15}N
3. ^{20}Ne
4. ^{208}Bi

57. A circus motorcyclist rides on the inner surface of a large globe of radius R along a vertical longitude. In order that he stays on the inner surface, his minimum speed should be

1. $2\sqrt{Rg}$
2. $\sqrt{5Rg}$
3. $\pi\sqrt{5Rg}$
4. $2\pi\sqrt{Rg}$

58. In a central force potential $V(r)=-k/r$, the equation for the orbit of a particle of mass m and angular momentum l is given by $r(\theta)=\frac{l^2/mk}{1+\sqrt{1+\frac{2El^2}{mk^2}}\cos\theta}$

If R is the radius of a circular orbit, the distance d at minimum approach for parabolic orbit is

1. $d=2R$
2. $d=\frac{R}{2}$
3. $d=\frac{R}{\sqrt{2}}$
4. $d=\frac{R}{1+\sqrt{2}}$
5.

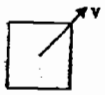
59. A second order differential equation in one variable of the form $s(t)\ddot{q}+p(t)\dot{q}+r(t)q=0$ where s, p and r are smooth functions of time t with $s(t)\neq 0$ can be written in the form of Hamilton's equations

1. always
2. only if $s(t)\equiv 1$
3. only if $p(t)\equiv 0$
4. only if $r(t)=1$

60. Which of the following nuclei has a magic number of either neutrons or protons?

1. ^{12}C
2. ^{15}N
3. ^{20}Ne
4. ^{208}Bi

1. भुजा l का एकसमान घन (अपने विराम फ्रेम में) एक स्थिर प्रेक्षक के संदर्भ में, निम्न चित्र में दर्शाए गई दिशा में, नियत वेग v के साथ गति कर रहा है।



प्रेक्षक द्वारा देखा जा रहा घन का आयतन होगा

1. $l^3\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
2. $l^3(1-\frac{v^2}{c^2})$
3. $l^3(1-\frac{v^2}{c^2})^{3/2}$
4. l^3

2. निम्न में से कौन एक क्रमिक में एक विद्युत द्विध्रुव गामा संक्रमण के संगत है ?

1. $(3/2)^+ \to (1/2)^-$
2. $(3/2)^+ \to (1/2)^+$
3. $1^+ \to 1^+$
4. $3^+ \to 0^-$

3. एक डेल्टा बैरियान पर +2 आवेश और 0 विचित्रता पायी गई। उसकी आइसोस्पिन को अवश्य होना चाहिए :

1. 2
2. 3/2
3. 1
4. ½

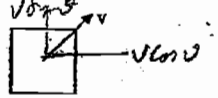
4. यदि एक रेडियोधर्मी नमूने का क्षय स्थिरांक λ प्रति मिनट है तब पांचवे मिनट में उसके कितने अंश का क्षय होगा

1. $e^{-4\lambda}$
2. $e^{-5\lambda}$
3. $e^{-4\lambda} - e^{-5\lambda}$
4. $e^{-4\lambda} + e^{-5\lambda}$

5. क्वार्क मॉडल के फ्रेमवर्क में निम्न में से कौन संभव नहीं है

1. स्पिन 1 का बरियान
2. आइसोस्पिन ½ और ऋणात्मक विचित्रता वाला बरियान
3. 1 आइसोस्पिन और ऋणात्मक विचित्रता वाला बरियान
4. 1 स्पिन वाला मेसान

61. A uniform cube of side l (in its rest frame) is moving at a constant velocity v along the direction shown in the figure with respect to a stationary observer.



The volume of the cube as seen by her is

1. $l^3\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
2. $l^3(1-\frac{v^2}{c^2})$
3. $l^3(1-\frac{v^2}{c^2})^{3/2}$
4. l^3

62. Which of the following corresponds to an electric dipole gamma transition in a nucleus?

1. $(3/2)^+ \to (1/2)^-$
2. $(3/2)^+ \to (1/2)^+$
3. $1^+ \to 1^+$
4. $3^+ \to 0^-$

63. A delta baryon is found to have charge +2 and strangeness 0. Its isospin must be :

1. 2
2. 3/2
3. 1
4. ½

64. If the decay constant of a radioactive sample is λ per minute, then the fraction that decays in the fifth minute is

1. $e^{-4\lambda}$
2. $e^{-5\lambda}$
3. $e^{-4\lambda} - e^{-5\lambda}$
4. $e^{-4\lambda} + e^{-5\lambda}$

65. Within the framework of the quark model, which of the following is *not* possible

1. a baryon with spin 1
2. a baryon with isospin ½ and negative strangeness
3. a baryon with isospin 1 and negative strangeness
4. a meson with spin 1

66. क्षय $\pi^0 \to 3\gamma$ निम्न में से किसके द्वारा वर्जित है

1. ऊर्जा संरक्षण
2. कोणीय संवेग संरक्षण
3. आवेश संयुग्मन निश्चरता
4. समता निश्चरता

67. विराम अवस्था द्रव्यमान 140 MeV/c^2 के एक पिआन π^+ को 2.5 GeV की ऊर्जा से त्वरित किया जाता है। यह 938 MeV/c^2 के विराम अवस्था द्रव्यमान के प्रोटॉन में तथा विराम अवस्था द्रव्यमान 939 MeV/c^2 के एंटीन्यूट्रान में क्षयित नहीं हो सकता क्योंकि

1. एक गतिशील पिआन विराम अवस्था का प्रोटॉन उत्पन्न नहीं कर सकता
2. ऊर्जा और संवेग समक्षणिक रूप से संरक्षित नहीं हो सकते
3. पिआन का स्पिन प्रोटॉन के स्पिन से भिन्न होता है
4. यह आइसोस्पिन संरक्षण द्वारा वर्जित है

68. निम्न में से कौनसी अवस्था निम्न ऊर्जा पर p-p प्रकीर्णन में योग *नहीं* देगी

1. $^1D_0$
2. $^1S_0$
3. $^3S_1$
4. $^3P_1$

69. प्रयोगात्मक रूप से मापा गया नाभिकीय आवेश घनत्व वंटन ρ निम्न में से किस फलन द्वारा निकटस्थ होता है

1. $\rho = \rho_0\left(1+e^{(r-R)/a}\right)$
2. $\rho = \frac{\rho_0}{1+e^{(r-R)/a}}$
3. $\rho = \rho_0 e^{-r/R}$
4. $\rho = \frac{\rho_0}{r} e^{-r/R}$

70. ^{56}Fe की बहुतायत का कारण है उसके नाभिक में मौजूद

1. अधिकतम नाभिकीय बंधन ऊर्जा
2. विशाल युग्मन ऊर्जा
3. लघु समनिति ऊर्जा
4. प्रोटॉनों और न्यूट्रानों की सम संख्या

66. The decay $\pi^0 \to 3\gamma$ is forbidden by

1. energy conservation
2. angular momentum conservation
3. charge conjugation invariance
4. parity invariance

67. A pion π^+ of rest mass 140 MeV/c^2 is accelerated to an energy of 2.5 GeV. This cannot decay to a proton of rest mass 938 MeV/c^2 and an anti-neutron of rest mass 939 MeV/c^2 because

1. a moving pion cannot produce a proton at rest
2. energy and momentum cannot be simultaneously conserved
3. the spin of the pion is different from the spin of the proton
4. it is forbidden by isospin conservation

68. Which of the following states will *not* contribute to p-p scattering at low energy?

1. $^1D_0$
2. $^1S_0$
3. $^3S_1$
4. $^3P_1$

69. The experimentally measured nuclear charge density distribution ρ is approximated by the function:

1. $\rho = \rho_0\left(1+e^{(r-R)/a}\right)$
2. $\rho = \frac{\rho_0}{1+e^{(r-R)/a}}$
3. $\rho = \rho_0 e^{-r/R}$
4. $\rho = \frac{\rho_0}{r} e^{-r/R}$

70. The large abundance of ^{56}Fe is because its nucleus has

1. the maximum nuclear binding energy
2. a large pairing energy
3. a small symmetry energy
4. an even number of protons and neutrons

71. डेबाई मॉडल के अनुसार एक ठोस की आंतरिक ऊर्जा परम शून्य के निकट ताप T पर निम्न में से किस रूप में विचरण करती है

1. T^2
2. T^4
3. T^3
4. T

2. $V(\vec{r}) = V(\vec{r}+\vec{R})$ जहां $\vec{R}$ लैटिस वेक्टर है द्वारा प्रदत्त विभव में हैमिल्टनी $H = \frac{-\hbar^2}{2m}\nabla^2 + V(\vec{r})$ की आइगेनअवस्था होती है $\psi_{\vec{k}}(\vec{r}) = e^{i\vec{k}\cdot\vec{r}}u_{\vec{k}}(\vec{r})$ जहां

1. $u_{\vec{k}}(\vec{r}) = e^{i(\vec{k}-\vec{k}')\cdot\vec{R}}(\vec{k} \neq \vec{k}')$
2. $u_{\vec{k}}(\vec{r}) = u_{\vec{k}}(\vec{r}+\frac{\vec{R}}{3})$
3. $u_{\vec{k}}(\vec{r}) = u_{\vec{k}}(\vec{r}+\frac{\vec{R}}{2})$
4. $u_{\vec{k}}(\vec{r}) = u_{\vec{k}}(\vec{r}+\vec{R})$

टाइप I अतिचालक की, संक्रमण ताप T_c के नीचे ताप T पर चुम्बकीय सुग्राहिता :

1. जैसे ताप 0 से T_c की ओर बढ़ता है सुग्राहिता रैखिक रूप से ऋणात्मक मान से शून्य की ओर बढ़ती है
2. जैसे ताप 0 से T_c की ओर बढ़ता है सुग्राहिता रैखिक रूप से धनात्मक मान से शून्य की ओर घटती है
3. सब T पर ऋणात्मक और स्थिर रहती है
4. सब T पर धनात्मक और स्थिर रहती है

एक नैज अर्द्धचालक में जैसे ताप बढ़ता है चालकता σ इलेक्ट्रान सांद्रता n और गतिशीलता μ निम्न में से किस प्रकार विचरण करती है

1. σ घटती है, n बढ़ती है और μ घटती है
2. σ घटती है, n अप्रभावित रहती है और μ घटती है
3. σ बढ़ती है, n बढ़ती है और μ घटती है
4. σ बढ़ती है, n बढ़ती है और μ अप्रभावित रहती है

71. According to the Debye model, the internal energy of a solid at temperatures T close to absolute zero varies as

1. T^2
2. T^4
3. T^3
4. T

72. In a periodic potential given by $V(\vec{r}) = V(\vec{r}+\vec{R})$, where $\vec{R}$ is the lattice vector, the eigenstates of the Hamiltonian $H = \frac{-\hbar^2}{2m}\nabla^2 + V(\vec{r})$ are $\psi_{\vec{k}}(\vec{r}) = e^{i\vec{k}\cdot\vec{r}}u_{\vec{k}}(\vec{r})$, where

1. $u_{\vec{k}}(\vec{r}) = e^{i(\vec{k}-\vec{k}')\cdot\vec{R}}(\vec{k} \neq \vec{k}')$
2. $u_{\vec{k}}(\vec{r}) = u_{\vec{k}}(\vec{r}+\frac{\vec{R}}{3})$
3. $u_{\vec{k}}(\vec{r}) = u_{\vec{k}}(\vec{r}+\frac{\vec{R}}{2})$
4. $u_{\vec{k}}(\vec{r}) = u_{\vec{k}}(\vec{r}+\vec{R})$

73. The magnetic susceptibility of a type I superconductor at a temperature T below the transition temperature T_c

1. increases linearly from a negative value to zero as temperature increases from 0 to T_c
2. decreases linearly from a positive value to zero as temperature increases from 0 to T_c
3. is negative and constant at all T
4. is positive and constant at all T

74. In an intrinsic semiconductor, as the temperature increases the conductivity σ, electron concentration n, and mobility μ vary as follows:

1. σ decreases, n increases and μ decreases
2. σ decreases, n is unaffected and μ decreases
3. σ increases, n increases and μ decreases
4. σ increases, n increases and μ is unaffected

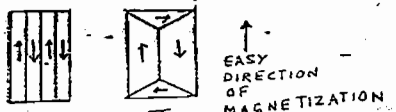
75. अक्ष $(\hat{k}+\hat{i})\text{Å}$, $(\hat{i}+\hat{j})\text{Å}$, $(\hat{j}+\hat{k})\text{Å}$ द्वारा परिभाषित एक प्राथमिकता यूनिट सैल का मान होता है

1. 1 Å^3
2. 3 Å^3
3. 2 Å^3
4. 4 Å^3

76. हॉल प्रभाव में हॉल वोल्टता के चिह्न वाहक सांद्रता (n, p) और इलेक्ट्रानों और होलों की क्रमशः गतिशीलता (μ_n, μ_p) पर निर्भर होती है। नैज और n-किस्म के अर्द्धचालकों में हॉल वोल्टता ऋणात्मक होती है क्योंकि

1. $n\mu_n > p\mu_p$
2. $n > p$, $\mu_n < \mu_p$
3. $n > p$, $\mu_n = \mu_p$
4. $n = p$, $\mu_n > \mu_p$

77. नीचे एक लौहचुम्बकीय पदार्थ के लिए चुम्बकीकरण की आसान दिशा (तीर के निशान के साथ) दो संभव डोमेन संरचनाओं (I और II) में दर्शायी गई है। E_{ms} और E_{ca} डोमेन संरचना की स्थिरचुम्बकीय और क्रिस्टलीय विषमदैशिकता ऊर्जा हैं। निम्न में से कौन सा कथन सही है?



1. $E_{ms}(\text{I}) < E_{ms}(\text{II})$
2. $E_{ca}(\text{I}) > E_{ca}(\text{II})$
3. $E_{ms}(\text{I}) < E_{ms}(\text{II})$, $E_{ca}(\text{I}) < E_{ca}(\text{II})$
4. $E_{ms}(\text{I}) > E_{ms}(\text{II})$, $E_{ca}(\text{I}) < E_{ca}(\text{II})$

78. बिंदु $3\hat{a}$, $4\hat{b}$ और $5\hat{c}$ जहां $\hat{a}$, $\hat{b}$ और $\hat{c}$ लैटिस वेक्टर हैं में से गुजरने वाले एक समतल के मिलर सूचकांक हैं

1. (12, 15, 20)
2. (20, 15, 12)
3. (5, 4, 3)
4. (3, 4, 5)

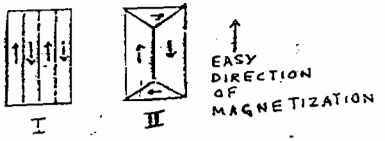
75. The value of a primitive unit cell defined by axes $(\hat{k}+\hat{i})\text{Å}$, $(\hat{i}+\hat{j})\text{Å}$, $(\hat{j}+\hat{k})\text{Å}$ is

1. 1 Å^3
2. 3 Å^3
3. 2 Å^3
4. 4 Å^3

76. In the Hall effect, the sign of the Hall voltage depends upon the carrier concentration (n, p) and mobility (μ_n, μ_p) of electrons and holes, respectively. The Hall voltage in intrinsic and n-type semiconductors is negative because

1. $n\mu_n > p\mu_p$
2. $n > p$, $\mu_n < \mu_p$
3. $n > p$, $\mu_n = \mu_p$
4. $n = p$, $\mu_n > \mu_p$

77. Two possible domain structures (I and II) with an easy direction of magnetization (along the arrow) for a ferromagnetic material are shown. E_{ms} and E_{ca} are magnetostatic and crystalline anisotropy energy of the domain structure. Which of the following statements is correct?

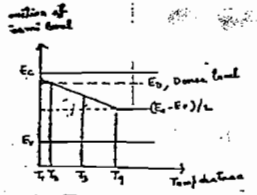


1. $E_{ms}(\text{I}) < E_{ms}(\text{II})$
2. $E_{ca}(\text{I}) > E_{ca}(\text{II})$
3. $E_{ms}(\text{I}) < E_{ms}(\text{II})$, $E_{ca}(\text{I}) < E_{ca}(\text{II})$
4. $E_{ms}(\text{I}) > E_{ms}(\text{II})$, $E_{ca}(\text{I}) < E_{ca}(\text{II})$

78. The Miller indices of a plane passing through the points $3\hat{a}$, $4\hat{b}$ and $5\hat{c}$, where $\hat{a}$, $\hat{b}$ and $\hat{c}$ are lattice vectors are

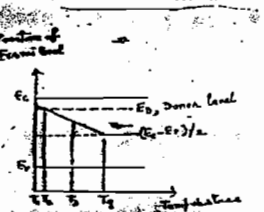
1. (12, 15, 20)
2. (20, 15, 12)
3. (5, 4, 3)
4. (3, 4, 5)

79. निम्न चित्र में फर्मी स्तर को n–क्रिस्म के अर्द्धचालक के, बैंड ओरेख के साथ, ताप के फलन के रूप में दर्शाया गया है। वह ताप जिस पर दाता परमाणुओं का 50% आयनित हो जाता है निम्न में से कौन सा है



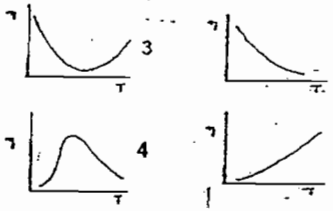
1. T_3
2. T_1
3. T_4
4. T_2

79. In the following figure, the position of the Fermi level is shown as a function of temperature along with the band diagram of an *n*-type semiconductor. The temperature at which 50% of the donor atoms are ionized is

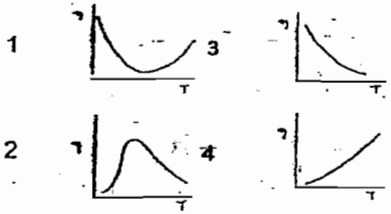


1. T_3
2. T_1
3. T_4
4. T_2

80. निम्न में से कौन सा चित्र ड्रुड मॉडल के अनुसार एक ठोस की ऊष्मा चालकता η की ताप निर्भरता दर्शाता है



80. Which of the following figures represents the temperature dependence of the thermal conductivity η of a solid, according to the Drude model.



81. यदि एक तीन अंकों वाली संख्या का यादृच्छिक रूप से चयन करते समय संख्या के मध्य के अंक के 3 होने की प्रायिकता है

1. 1/10
2. $(1/10)^3$
3. 1/3
4. 1/30

81. If a three digit number is chosen at random, the probability for the middle digit to be 3 is

1. 1/10
2. $(1/10)^3$
3. 1/3
4. 1/30

82. समाकल $I = \int_S \vec{F} \cdot d\vec{S}$ जहां S एक सतह है जो आयतन V को घेरे हुए है, का मान है

1. 3
2. V
3. $3V$
4. 0

82. The value of the integral $I = \int_S \vec{F} \cdot d\vec{S}$ where S is the surface enclosing the volume V is

1. 3
2. V
3. $3V$

83. एक 3 × 3 मेट्रिक्स के शून्येतर आइगेनमान λ_1, λ_2 और λ_3 सब शून्येतर हैं। विलोम मेट्रिक्स का अनुरेख है

1. $\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3$
2. $-(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3)$
3. $\frac{1}{\lambda_1}+\frac{1}{\lambda_2}+\frac{1}{\lambda_3}$
4. $\frac{1}{\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3}$

83. A 3 × 3 matrix has nonzero eigenvalues λ_1, λ_2 and λ_3. The trace of its the inverse matrix is

1. $\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3$
2. $-(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3)$
3. $\frac{1}{\lambda_1}+\frac{1}{\lambda_2}+\frac{1}{\lambda_3}$
4. $\frac{1}{\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3}$

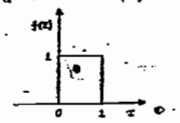
84. सिम्पसन का 1/3-नियम निम्न में से किस समाकल का सटीक परिणाम प्रदान करता है

1. $\int_0^{100}(x^2+3x)\,dx$
2. $\int_0^{100}(x^3+3x)\,dx$
3. $\int_0^1 e^x\,dx$
4. $\int_{-1}^1 e^x\,dx$

84. Simpson's 1/3-rule gives an exact result for the integral

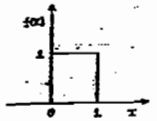
1. $\int_0^{100}(x^2+3x)\,dx$
2. $\int_0^{100}(x^3+3x)\,dx$
3. $\int_0^1 e^x\,dx$
4. $\int_{-1}^1 e^x\,dx$

85. फलन $f(x)$ के लिए समाकल $\int_{-\infty}^{\infty} d\omega |F(\omega)|^2$ का मान निम्न में से कौन है जैसा चित्र में दर्शाया गया है जहां $f(x)$ का फूरिए रूपांतरण $F(\omega)$ है



1. 0
2. 1/2
3. 1
4. 2

85. For the function $f(x)$ as shown, the value of the integral $\int_{-\infty}^{\infty} d\omega |F(\omega)|^2$, where $F(\omega)$ is the Fourier transform of $f(x)$, is



1. 0
2. 1/2
3. 1
4. 2

86. एक चटिल चर z का निम्न में से कौन सा फलन वैश्लेषिक है ?

1. $f(z) = \mathrm{Re}\,(z)$
2. $f(z) = z^*$
3. $f(z) = z^2$
4. $f(z) = |z|^2$

86. Which of the following functions of a complex variable z is analytic?

1. $f(z) = \mathrm{Re}\,(z)$
2. $f(z) = z^*$
3. $f(z) = z^2$
4. $f(z) = |z|^2$

87. यदि हम फलन $f(x) = 2x^3 - 3x$ को हर्मिट बहुपदों $H_n(x)$ के पदों में प्रसारित करते हैं तब $H_4(x)$ का गुणांक होता है

1. 0
2. 2
3. –3

87. If we expand the function $f(x) = 2x^3 - 3x$ in terms of Hermite polynomials $H_n(x)$, then the coefficient of $H_4(x)$ is

1. 0
2. 2
3. –3

. मान लीजिए एक टीम के मैच जीतने या हारने की संभावना बराबर है। यदि हम जानते हैं कि दो मैचों की एक सीरीज में उसने कम से कम एक मैच जीता है तब उसके दोनों मैच जीतने की प्रायिकता क्या है

1. 3/4
2. 1/2
3. 1/3
4. 1/4

एक सममित द्वितीय रैंक टैंसर S_{ij}, के स्वतंत्र घटकों की संख्या क्या है, जब $i,j = 1,2,\ldots,d$ है

1. 2
2. d^2
3. $d^2/2$
4. $d(d+1)/2$

यदि A और B दो $n\times n$ मैट्रिक्स हैं तब $C=[A,B]$ का अनुरेख है

1. $\mathrm{Tr}(AB)$
2. $\mathrm{Tr}(A)\,\mathrm{Tr}(B)$
3. 0
4. $\mathrm{Tr}(A)+\mathrm{Tr}(B)$

मैट्रिक्स $M=\begin{pmatrix} a & b \\ b^* & c \end{pmatrix}$ पर विचार कीजिए जहां a और c वास्तविक हैं और b सम्मिश्र हो सकती है। यदि M एक मैट्रिक्स S द्वारा विकर्णित होता है तब S है

1. विकर्ण
2. सममित
3. लंबकोणीय
4. ऐकिक

एक 2×2 मैट्रिक्स के अनुरेख सारणिक T और D और ता दर्शाए जाते हैं तब मैट्रिक्स के आइगेनमान हैं

1. $\dfrac{T\pm\sqrt{T^2-4D}}{2}$
2. $\pm\dfrac{\sqrt{T^2-4D}}{2}$
3. $\dfrac{T\pm D}{2}$
4. $\pm\dfrac{T}{2}$

88. Suppose a team is equally likely to win or lose a match. In a series of two matches, if we know that it has won at least one match, what is the probability that it has won both matches?

1. 3/4
2. 1/2
3. 1/3
4. 1/4

89. The number of independent components of a symmetric second rank tensor S_{ij}, $i,j = 1,2,\ldots,d$ is

1. 2
2. d^2
3. $d^2/2$
4. $d(d+1)/2$

90. If A and B are two $n\times n$ matrices, then the trace of $C=[A,B]$ is

1. $\mathrm{Tr}(AB)$
2. $\mathrm{Tr}(A)\,\mathrm{Tr}(B)$
3. 0
4. $\mathrm{Tr}(A)+\mathrm{Tr}(B)$

91. Consider the matrix $M=\begin{pmatrix} a & b \\ b^* & c \end{pmatrix}$ where a and c are real and b may be complex. If M can be diagonalized by a matrix S, then S is

1. diagonal
2. symmetric
3. orthogonal
4. unitary

92. The trace and the determinant of a 2×2 matrix are denoted by T and D. The eigenvalues of the matrix are given by

1. $\dfrac{T\pm\sqrt{T^2-4D}}{2}$
2. $\pm\dfrac{\sqrt{T^2-4D}}{2}$
3. $\dfrac{T\pm D}{2}$
4. $\pm\dfrac{T}{2}$

93. अनंत सीरीज

$1+\frac{3}{2}+\frac{3\cdot4}{2^2\cdot2!}+\frac{3\cdot4\cdot5}{2^3\cdot3!}+\frac{3\cdot4\cdot5\cdot6}{2^4\cdot4!}+\ldots\ldots$ का योग है

1. π
2. e^2
3. 2π
4. ∞

94. स्थिति x और संवेग p वाले द्रव्यमान m का एक चिरसंस्थित कण एक सरल आवर्ती दोलक विभव $U(x)=\frac{1}{2}m\omega^2x^2$ में एक विम में गति कर रहा है। वह ताप T पर एक हीट बाथ के संपर्क में है। मान लीजिए $\langle\ \rangle$ ताप पर साम्यावस्था ऊष्मीय औसत T दर्शाता है तब निम्न में से कौन सत्य है ?

1. $\langle xp\rangle=\frac{k_BT}{\omega},\ \langle x^2\rangle=\frac{k_BT}{m\omega^2}$
2. $\langle xp\rangle=\frac{k_BT}{\omega},\ \langle x\rangle=0$
3. $\langle xp\rangle=0,\ \langle x\rangle=\sqrt{\frac{k_BT}{m\omega^2}}$
4. $\langle xp\rangle=0,\ \langle x^2\rangle=\frac{k_BT}{m\omega^2}$

95. एक गैस की विशिष्ट ऊष्मा ताप T_0 के ऊपर लगभग $3.5R$ है और T_0 के नीचे लगभग $2.5R$ है। निम्न में से उसकी कौन सी गैस होने की सर्वाधिक संभावना है

1. आक्सीजन
2. ओज़ोन
3. कार्बन डाइआक्साइड
4. ऑर्गन

96. एक यादृच्छिक पैदल यात्री प्रायिकता $(p>1/2)$ के साथ, x-अक्ष के साथ धनात्मक x-दिशा में और प्रायिकता $(1-p)$ के साथ ऋणात्मक x-दिशा में असहसंबंधित कदम रखता है। N कदमों के बाद आरंभिक स्थिति से पैदल यात्री की माध्य दूरी निम्न में से किसकी समानुपाती होगी ?

1. $N^{1/3}$
2. $N^{1/2}$
3. N
4. $N^{2/3}$

93. The sum of the infinite series

$1+\frac{3}{2}+\frac{3\cdot4}{2^2\cdot2!}+\frac{3\cdot4\cdot5}{2^3\cdot3!}+\frac{3\cdot4\cdot5\cdot6}{2^4\cdot4!}+\ldots\ldots$ is

1. π
2. e^2
3. 2π
4. ∞

94. A classical particle of mass m with position x and momentum p is moving in one dimension in a harmonic oscillator potential $U(x)=\frac{1}{2}m\omega^2x^2$. It is in contact with a heat bath at temperature T. Let $\langle\ \rangle$ denote the equilibrium thermal average at temperature T. Which of the following is true?

1. $\langle xp\rangle=\frac{k_BT}{\omega},\ \langle x^2\rangle=\frac{k_BT}{m\omega^2}$
2. $\langle xp\rangle=\frac{k_BT}{\omega},\ \langle x\rangle=0$
3. $\langle xp\rangle=0,\ \langle x\rangle=\sqrt{\frac{k_BT}{m\omega^2}}$
4. $\langle xp\rangle=0,\ \langle x^2\rangle=\frac{k_BT}{m\omega^2}$

95. Above a temperature T_0, the specific heat of a certain gas is approximately $3.5R$, and is approximately $2.5R$ below T_0. The gas is most likely

1. oxygen
2. ozone
3. carbon dioxide
4. argon

96. A random walker takes uncorrelated steps along the x-axis with probability $(p>1/2)$ along the positive x-direction and with the probability $(1-p)$ along the negative x-direction. After N steps, the mean distance of the walker from the starting position is proportional to:

1. $N^{1/3}$
2. $N^{1/2}$
3. N
4. $N^{2/3}$

97. अत्यंत क्षीण रूप से अंत:क्रिया करने वाले, स्पिन-1/2 कणों की, जिनमें प्रत्येक का चुम्बकीय आघूर्ण μ है, बड़ी संख्या N, की एक प्रणाली पर विचार कीजिए। z-दिशा में एक चुम्बकीय क्षेत्र H लगाया जाता है। अप-और डाउन-स्पिन कणों की संख्याओं के बीच का अनुपात निम्न में से किसके द्वारा दर्शाया जाता है ?

1. $(1+\beta\mu H) : 1$
2. $(1-\beta\mu H) : 1$
3. $1 : e^{\beta\mu H}$
4. $e^{\beta\mu H} : 1$

98. स्थिर ताप पर N-कणों की एक प्रणाली में मान लीजिए आंतरिक ऊर्जा U और दाब p से उनके माध्य मान $\langle U \rangle$ और $\langle p \rangle$ के प्रसरण $\sigma_U^2 = \langle (U - \langle U \rangle)^2 \rangle$ और $\sigma_p^2 = \langle (p - \langle p \rangle)^2 \rangle$ हैं। तब

1. $\sigma_U^2 \propto N$ और $\sigma_p^2 \propto N$
2. $\sigma_U^2 \propto \frac{1}{N}$ और $\sigma_p^2 \propto \frac{1}{N}$
3. $\sigma_U^2 \propto \frac{1}{N}$ और $\sigma_p^2 \propto N$
4. $\sigma_U^2 \propto N$ और $\sigma_p^2 \propto \frac{1}{N}$

99. एक आदर्श गैस के समतापीय उत्क्रमण प्रसार के दौरान

1. एंट्रापी और दाब, दोनों बढ़ते हैं
2. एंट्रापी और दाब, दोनों घटते हैं
3. एंट्रापी बढ़ती है और दाब घटता है
4. एंट्रापी घटती है और दाब बढ़ता है

100. एक अंतक्षेत्र में एक विश्रांतिस्थित आदर्श गैस स्थिर ताप पर हीट बाथ की साम्यावस्था में है। मूल-माध्य-वर्ग गति की बीच अनुपात v_{rms}, माध्य गति v_{mean}, और सर्वाधिक प्रायिक गति v_{mp} की बीच अनुपात अर्थात $v_{rms} : v_{mean} : v_{mp}$ है

1. $\sqrt{3} : \sqrt{\frac{8}{\pi}} : \sqrt{2}$
2. $\frac{\sqrt{3}}{2} : \sqrt{\frac{2}{\pi}} : 1$
3. $\sqrt{\pi} : \sqrt{3} : \sqrt{2}$

97. Consider a system of a large number N of very weakly interacting spin-1/2 particles, each with magnetic moment μ. A magnetic field H is applied in the z-direction. The ratio between the numbers of up- and down-spin particles is given by

1. $(1+\beta\mu H) : 1$
2. $(1-\beta\mu H) : 1$
3. $1 : e^{\beta\mu H}$
4. $e^{\beta\mu H} : 1$

98. Let $\sigma_U^2 = \langle (U - \langle U \rangle)^2 \rangle$ and $\sigma_p^2 = \langle (p - \langle p \rangle)^2 \rangle$ be the variances of the internal energy U and the pressure p about their mean values $\langle U \rangle$ and $\langle p \rangle$ in a system of N particles at constant temperature. Then

1. $\sigma_U^2 \propto N$ and $\sigma_p^2 \propto N$
2. $\sigma_U^2 \propto \frac{1}{N}$ and $\sigma_p^2 \propto \frac{1}{N}$
3. $\sigma_U^2 \propto \frac{1}{N}$ and $\sigma_p^2 \propto N$
4. $\sigma_U^2 \propto N$ and $\sigma_p^2 \propto \frac{1}{N}$

99. During the isothermal reversible expansion of an ideal gas,

1. the entropy and the pressure both increase
2. the entropy and the pressure both decrease
3. the entropy increases and the pressure decreases
4. the entropy decreases and the pressure increases

100. A classical ideal gas in an enclosure is in equilibrium with a heat bath at a constant temperature. The ratio of the root-mean-square speed v_{rms}, mean speed v_{mean} and the most probable speed v_{mp} namely $v_{rms} : v_{mean} : v_{mp}$ is

1. $\sqrt{3} : \sqrt{\frac{8}{\pi}} : \sqrt{2}$
2. $\frac{\sqrt{3}}{2} : \sqrt{\frac{2}{\pi}} : 1$
3. $\sqrt{\pi} : \sqrt{3} : \sqrt{2}$

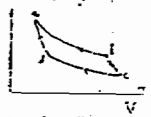
101. जब एक निकाय की दो प्रावस्थाएं 1 और 2 ऊष्मागतिक रूप से साम्यावस्था में है उनके संगत ताप T, दाब p और रासायनिक विभव μ. निम्न में से किसे संतुष्ट करते हैं :

1. $T_1 = T_2$, $p_1 = p_2$ और $\mu_1 = \mu_2$
2. $T_1 = T_2$, $p_1 = p_2$ परंतु $\mu_1 \neq \mu_2$
3. $T_1 = T_2$, $\mu_1 = \mu_2$ परंतु $p_1 \neq p_2$
4. $T_1 = T_2$ परंतु $p_1 \neq p_2$, $\mu_1 \neq \mu_2$

102. एक विमीय दोलक के विस्थापन को $x = A\cos(\omega t + \phi)$ द्वारा दर्शाया जाता है। इस विस्थापन के x और $x+dx$ के बीच में रहने की प्रायिकता है

1. $\frac{1}{\pi\sqrt{A^2 - x^2}}dx$
2. $\frac{\pi\sqrt{A^2 - x^2}}{A}dx$
3. $\frac{A}{\pi\left(A^2 - x^2\right)}dx$
4. $\frac{1}{\pi A}dx$

103. निम्न चित्र में दर्शाए गए कार्नो चक्र में वक्र



1. ab और cd रुद्धोष्म हैं, bc और da समतापी हैं
2. ab और cd समतापी हैं, bc और da रुद्धोष्म हैं
3. ab और cd समतापी हैं, bc और da समदाबी हैं
4. ab और cd समदाबी हैं, bc और da समतापी हैं

104. यदि $\vec{E}$ और $\vec{B}$ क्रमशः विद्युत और चुम्बक क्षेत्र हैं तब निम्न में से लॉरेंट्ज-निश्चर मात्रा का अभिनिर्धारण कीजिए

1. $\vec{E}^2\vec{B}^2$
2. $|\vec{E} \times \vec{B}|^2$
3. $\vec{E}^2 - c^2\vec{B}^2$
4. $\vec{E}^2 + c^2\vec{B}^2$

101. When two phases 1 and 2 of a system are in thermodynamic equilibrium, their temperature T, pressure p and chemical potential μ satisfy :

1. $T_1 = T_2$, $p_1 = p_2$ and $\mu_1 = \mu_2$
2. $T_1 = T_2$, $p_1 = p_2$ but $\mu_1 \neq \mu_2$
3. $T_1 = T_2$, $\mu_1 = \mu_2$ but $p_1 \neq p_2$
4. $T_1 = T_2$ but $p_1 \neq p_2$, $\mu_1 \neq \mu_2$

102. The displacement of a one dimensional oscillator is given by $x = A\cos(\omega t + \phi)$. The probability that the displacement lies between x and $x+dx$ is

1. $\frac{1}{\pi\sqrt{A^2 - x^2}}dx$
2. $\frac{\pi\sqrt{A^2 - x^2}}{A}dx$
3. $\frac{A}{\pi\left(A^2 - x^2\right)}dx$
4. $\frac{1}{\pi A}dx$

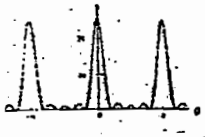
103. In the Carnot cycle shown in the figure, the curves

1. ab and cd are adiabatic, bc and da are isothermal
2. ab and cd are isothermal, bc and da are adiabatic
3. ab and cd are isothermal, bc and da are isobaric
4. ab and cd are isobaric, bc and da are isothermal

104. If $\vec{E}$ and $\vec{B}$ are the electric and magnetic fields respectively, identify the Lorentz-invariant quantity from the following.

1. $\vec{E}^2\vec{B}^2$
2. $|\vec{E} \times \vec{B}|^2$
3. $\vec{E}^2 - c^2\vec{B}^2$

103. N स्लिट वाली एक ग्रेटिंग से विवर्तन पैटर्न निम्न चित्र में दर्शाए गए हैं। N का मान है

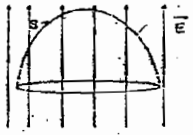


1. 3
2. 5
3. 4
4. 2

106. इक समष्टि के एक ऐसे क्षेत्र में, जिसमें कोई आवेश नहीं है एक स्थिरविद्युत क्षेत्र के लिए एक विमीय विभव $V(x)$ का रूप होगा (निम्न में a और b स्थिरांक हैं)

1. $a \sin bx$
2. ae^{-x^2}
3. $\frac{1}{2}ax^2$
4. $ax + b$

107. त्रिज्या R की एक अर्द्धगोलाकार सतह एक स्थिर विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ में है जो आधार के लंबवत निर्देशित है जैसा निम्न चित्र में दर्शाया गया है। गोलार्द्ध की वक्र सतह S में से फ्लक्स है

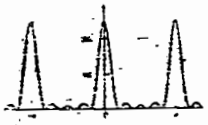


1. 0
2. $\pi R^2 E$
3. $2\pi R^2 E$
4. $4\pi R^2 E$

108. जब एक समतल विद्युतचुम्बकीय तरंग वायु में से एक परावैद्युत अंतरापृष्ठ पर आपतन कोण $i = 60^0$ पर आपतित होती है तब परावर्तित प्रकाश पूर्णतः ध्रुवित हो जाता है। परावैद्युत स्थिरांक है

1. $\frac{4}{3}$
2. $\sqrt{3}$
3. 2

105. The diffraction pattern from a grating with N slits is shown in the figure. The value of N is

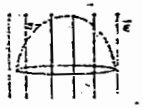


1. 3
2. 5
3. 4
4. 2

106. The one dimensional potential $V(x)$ for an electrostatic field in a region of space which does not contain any charge has the form (in the following a and b are constants)

1. $a \sin bx$
2. ae^{-x^2}
3. $\frac{1}{2}ax^2$
4. $ax + b$

107. A hemispherical surface of radius R is in a constant electric field $\vec{E}$ directed perpendicular to the base, as shown. The flux through the curved surface S of the hemisphere is



1. 0
2. $\pi R^2 E$
3. $2\pi R^2 E$
4. $4\pi R^2 E$

108. When a plane electromagnetic wave is incident from air on a dielectric interface at an incidence angle $i = 60^0$, the reflected light is completely polarized. The dielectric constant is

1. $\frac{4}{3}$
2. $\sqrt{3}$
3. 2

109. जब एक आवेशित कण गतिज ऊर्जा E के साथ एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ के इलाके में, जो उसके वेग के लंबवत् दिशा में है, प्रवेश करता है, तब त्रिज्या R के वृत्त में घूमता हुआ पाया जाता है। यदि कण की गतिज ऊर्जा $2E$ होती, तब उसके पथ की त्रिज्या होती

1. $R/\sqrt{2}$
2. $\sqrt{2}R$
3. $R/2$
4. $2R$

110. त्रिज्या R के एक परावैद्युत गोले पर ध्रुवीकरण $\vec{P} = k\vec{r}$ है। परिबद्ध आवेशों का आयतन आवेश घनत्व ρ_b है

1. $-3k$
2. $3k$
3. $-k$
4. k

111. वेक्टर विभव के लिए व्यंजक $\vec{A} = \frac{B}{2}(-\hat{i}y + \hat{j}x)$ दर्शाता है

1. z-दिशा में एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र
2. z-दिशा में असमान चुम्बकीय क्षेत्र
3. xy-समतल में एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र
4. xy-समतल में असमान चुम्बकीय क्षेत्र

112. समष्टि के एक क्षेत्र में यह पाया गया कि $\vec{\nabla}.\vec{E} = 0$ है परंतु $\vec{\nabla} \times \vec{E} \neq 0$ है। निम्न में से कौन सा कथन सत्य नहीं है

1. आवेश घनत्व को अवश्य ही शून्य होना चाहिए
2. विस्थापन धारा का अस्तित्व अवश्य होना चाहिए
3. चुम्बकीय क्षेत्र के अपसरण को अवश्य ही शून्य होना चाहिए
4. एक समय-विचरणशील चुम्बकीय क्षेत्र का अस्तित्व अवश्य होना चाहिए

113. एक विद्युतचुम्बकीय तरंग जो, एक आयताकार वेवगाइड में TE मोड में z-दिशा के साथ संचरित हो रही है, अभिलक्षण है

1. $E_z = 0, H_z \neq 0$
2. $H_z = 0, E_z \neq 0$
3. $E_z = 0, H_z = 0$

109. When a charged particle with kinetic energy E enters a region of uniform magnetic field $\vec{B}$ directed perpendicular to its velocity, it is found to move in circle of radius R. If the particle had kinetic energy $2E$, the radius of the path would have been

1. $R/\sqrt{2}$
2. $\sqrt{2}R$
3. $R/2$
4. $2R$

110. A dielectric sphere of radius R carries a polarization $\vec{P} = k\vec{r}$ throughout its volume. The volume charge density ρ_b of the bound charges is

1. $-3k$
2. $3k$
3. $-k$
4. k

111. The expression $\vec{A} = \frac{B}{2}(-\hat{i}y + \hat{j}x)$ for the vector potential represents

1. a uniform magnetic field in the z-direction
2. a non-uniform magnetic field in the z-direction
3. a uniform magnetic field in xy-plane
4. a non-uniform magnetic field in xy-plane

112. In a region of space it is found that $\vec{\nabla}.\vec{E} = 0$ but $\vec{\nabla} \times \vec{E} \neq 0$. Which of the following statements is *not* true?

1. The charge density must be zero
2. A displacement current must exist
3. The divergence of magnetic field must be zero
4. A time-varying magnetic field must exist

113. An electromagnetic wave propagating along the z-direction in a rectangular waveguide in the TE mode is characterized by

1. $E_z = 0, H_z \neq 0$
2. $H_z = 0, E_z \neq 0$
3. $E_z = 0, H_z = 0$

114. एक प्रस्फुरण स्पेक्ट्रोमीटर प्रयोग में नाभिकीय गामा क्षय से आपतित होने वाले फोटॉनों की ऊर्जा के संसूचन और मापन के लिए सोडियम आयोडाइड (NaI)संसूचकों का उपयोग किया जाता है। NaI को थैलियम (Tl)से गदित किया जाता है जिससे

उच्च ऊर्जा वाले फोटॉन अधिक संख्या में उत्सर्जित हों
NaI स्वयं अपने विकिरण के प्रति पारदर्शी हो जाता है
आपतित फोटॉन अधिक ऊर्जा मुक्त करते हैं
NaI का उत्सर्जन स्पेक्ट्रम अधिक संकीर्ण हो जाता है

114. In a scintillation spectrometer experiment, sodium iodide (NaI) detectors are used to detect and measure the energy of incident photons from nuclear gamma decay. NaI is doped with Thallium (Tl) so that

1. A greater number of high energy photons are emitted
2. NaI becomes transparent to its own radiation
3. incident photons lose more energy
4. The emission spectrum of NaI becomes narrower

115. यदि किसी भौतिक मात्रा को बार-बार मापने पर सब अलग-अलग त्रुटियाँ (Δx_i द्वारा दर्शायी गई) मिलती हैं व्यष्टि मापनों को तोलकर माध्य को निम्न में से उसके द्वारा अभिकलित किया जाता है

$\frac{|\Delta x_i|}{(\Delta x_i)^2}$

$\frac{1}{(\Delta x_i)^2}$

$\frac{1}{\Delta x_i}$

115. If the errors (denoted by Δx_i) on repeated measurement of a physical quantity are all different, then the mean should be computed by weighting the individual measurements by

1. $|\Delta x_i|$
2. $(\Delta x_i)^2$
3. $\frac{1}{(\Delta x_i)^2}$
4. $\frac{1}{\Delta x_i}$

116. एक प्रत्यी गामा किरण स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रयोग में Co की 1.17 MeV और 1.33 MeV γ-किरणों को सूचित किया जाना है। जब हम 100 चैनल का एनालाइजर इस्तेमाल करते हैं तब स्पेक्ट्रोमीटर का संकल्प कम से कम होना चाहिए ।

10 keV/चैनल
20 keV/चैनल
12 keV/चैनल
15 keV/चैनल

116. In a typical gamma ray spectroscopy experiment, the 1.17 MeV and 1.33 MeV γ-rays of ^{60}Co are to be detected. If we use a 100 channel analyzer, the resolution of the spectrometer should be at least

1. 10 keV/channel
2. 20 keV/channel
3. 12 keV/channel
4. 15 keV/channel

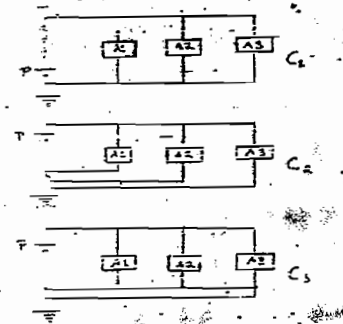
117. श्वेत स्वन के साथ आने वाले एक नियत सिग्नल को मिनट की अवधि में एक RC इंटीग्रेटर से मापा जाता सिग्नल से स्वन के अनुपात (S/N) को दुगना करने के लिए सिग्नलों को निम्न में से किस अवधि तक एकत्र करना चाहिये ?

32 मिनट
16 मिनट
8 मिनट
4 मिनट

117. A constant signal accompanied by white noise is measured using an RC integrator over a 2 minute period. In order to double the signal-to-noise ratio (S/N), the signal needs to be integrated over

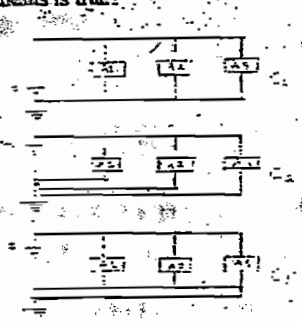
1. 32 minutes
2. 16 minutes
3. 8 minutes
4. 4 minutes

118. यंत्र A_1, A_2, A_3को भिन्न-भिन्न भूसंपर्कों से एक पावर सप्लाई P से जोड़ दिया जाता है जैसा चित्र C_1, C_2, C_3में दर्शाया गया है। तब निम्न में से कौन सा कथन सत्य है ?



1. C_2की शोर के प्रति असंक्राम्यता उच्चतम है
2. सब विन्यासों में शोर एक जैसा होता है
3. C_1की शोर के प्रति असंक्राम्यता उच्चतम है
4. C_3की शोर के प्रति असंक्राम्यता उच्चतम है

118. Instruments A_1, A_2, A_3 are connected to a power supply P with different ground connections as shown in the configurations C_1, C_2, C_3. Which of the following statements is true?



1. C_2 has the highest immunity to noise
2. Noise is the same all the configurations
3. C_1 has the highest immunity to noise
4. C_3 has the highest immunity to noise

119. एक थर्मोकपल निर्वात गेज की कार्य करने की शैली निम्न में से किस तथ्य पर निर्भर होती है

1. अणुओं का माध्य मुक्त पथ, दाब के साथ बढ़ता है
2. गैस की तापीय चालकता, दाब की समानुपाती होती है
3. निर्वात चैम्बर का ताप दाब के समानुपाती होता है
4. थर्मोकपल के प्रतिरोध का ताप गुणांक दाब के साथ बढ़ता है

119. The working of a thermocouple vacuum gauge depends on the fact that the

1. the mean free path of molecules increases with pressure
2. the thermal conductivity of a gas is proportional to the pressure
3. the temperature of the vacuum chamber is proportional to the pressure
4. the temperature coefficient of resistance of a thermocouple rises with pressure

120. फोटॉनों के एक किरण पुंज को निम्न में से किसके इस्तेमाल से एकवर्णी बनाया जा सकता है

1. ग्रेटिंग
2. बीम स्प्लिटर
3. ध्रुवित्र
4. समतल दर्पण

120. A beam of photons can be made monochromatic by using a

1. grating
2. beam splitter
3. polarizer
4. plane mirror

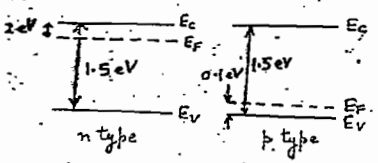
121. J=1 और K=1 वाले एक J-K फ्लिप-फ्लाप का क्लॉक निवेश 10 kHz है। उसका Q निर्गत है

1. 10 kHz स्क्वेयर वेव
2. 5 kHz स्क्वेयर वेव
3. सदैव LOW
4. सदैव HIGH

121. A J-K flip flop with J=1 and K=1 has a 10 kHz clock input. The Q output is

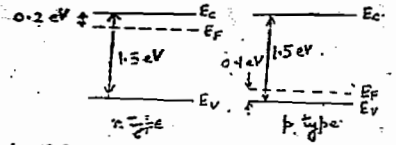
1. a 10 kHz square wave
2. a 5 kHz square wave
3. always LOW
4. always HIGH

22. एक p-किस्म के और एक n-किस्म के अर्द्धचालकों के ऊर्जा बैंड आरेख नीचे दर्शाए गए हैं। यदि इनसे एक p-n संधि बनायी जाती है तब अन्तःनिर्मित वोल्टता होती है



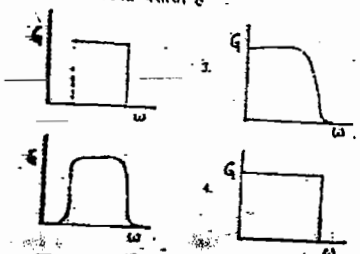
1. 0.3 eV
2. 1.2 eV
3. 1.5 eV
4. 1.8 eV

122. A p-type and an n-type semiconductor have the energy band diagrams as shown in the figure. If a p-n junction is constructed from these, then the built-in voltage is

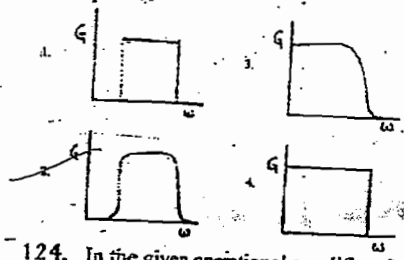


1. 0.3 eV
2. 1.2 eV
3. 1.5 eV
4. 1.8 eV

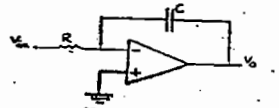
123. निम्न ग्राफों में से कौन एक दो-स्तर RC-युग्मित ट्रांजिस्टर प्रवर्धक के लाभ G की आवृत्ति निर्भरता को सही प्रकार से दर्शाता है



123. Which of the following graphs correctly represents the frequency dependence of the gain G of a two-stage RC-coupled transistor amplifier?



124. एक अन्तर संक्रियात्मक प्रवर्धक परिपथ में निर्गत वोल्टता के लिए सही व्यंजक कौन है ?



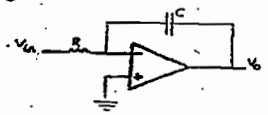
$V_0 = -RC\frac{dV_{in}}{dt}$

$V_0 = \frac{1}{RC}\frac{dV_{in}}{dt}$

$V_0 = -RC\int_{t=0} V_{in}\,dt$

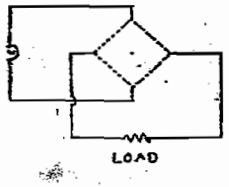
$V_0 = -\frac{1}{RC}\int_{t=0} V_{in}\,dt$

124. In the given operational amplifier circuit, what is the correct expression for the output voltage?



1. $V_0 = -RC\frac{dV_{in}}{dt}$
2. $V_0 = \frac{1}{RC}\frac{dV_{in}}{dt}$
3. $V_0 = -RC\int_{t=0} V_{in}\,dt$
4. $V_0 = \frac{1}{RC}\int_{t=0} V_{in}\,dt$

125. एक पूर्ण-तरंग दिष्टकारी परिपथ दिया गया है तब डायोड का सही विन्यास क्या होगा ?



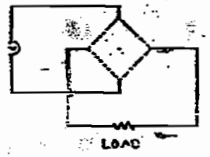
1

2

3

4

125. Given the full-wave rectifier circuit below, which is the correct configuration of the diodes?



1

2

3

4

126. द्विआधारी संख्या 1101 0100 0110 1111 को षोडश आधारी पद्धति में निम्न में से किस प्रकार लिखा जा सकता है

1. D467
2. D46F
3. E46F
4. C46F

126. The binary number 1101 0100 0110 1111 can be written in hexadecimal as

1. D467
2. D46F
3. E46F
4. C46F

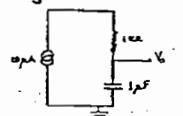
127. जब तरंगदैर्ध्य λ की एक विकिरण एक सिलीकन प्रकाशसंसूचक चालक पर आपतित होती है तब प्रकाशधारा उस समय उत्पन्न नहीं होगी यदि तरंग दैर्ध्य हो

1. 0.4 μm
2. 0.8 μm
3. 1.3 μm
4. 0.6 μm

127. When radiation of wavelength λ falls on a silicon photodetector, photocurrent will not be produced if the wavelength is

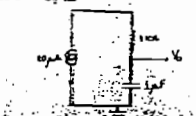
1. 0.4 μm
2. 0.8 μm
3. 1.3 μm
4. 0.6 μm

128. निम्न परिपथ में $t = 0$ पर $V_0 = 0$ से आरंभ होकर V_0 को 1 वोल्ट पहुंचने में कितना समय लगेगा



1. 100 मिलीसैकंड
2. 10 मिलीसैकंड
3. 1 मिलीसैकंड

128. In the following circuit, the time required for V_0 to reach 1Volt, starting from $V_0 = 0$ at $t = 0$, is

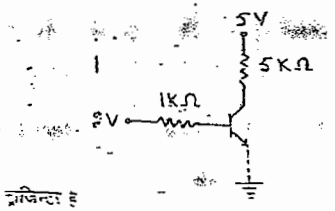


1. 100 millisecond
2. 10 millisecond

29. निम्न समीकरणों में से कौन प्रदीप्त सौर सैल के धारा-वोल्टता अभिलक्षणों को दर्शाता है
(I_{ph} प्रकाशजनित धारा है और I_0 विलोम संतृप्ति धारा है)

1. $I_0 = -I_{ph} + I_0\left(e^{qV/k_BT} - 1\right)$
2. $I_0 = -I_{ph} + I_0\left(e^{qV/k_BT} + 1\right)$
3. $I_0 = I_{ph} + I_0\left(e^{qV/k_BT} - 1\right)$
4. $I_0 = I_{ph} + I_0\left(e^{qV/k_BT} + 1\right)$

3. निम्न परिपथ में दर्शाए गए Si ट्रांजिस्टर में $\beta = 100$ है

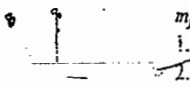


ट्रांजिस्टर है

1. संतृप्ति में
2. गहरे संतृप्ति में
3. कट-ऑफ में
4. रैखिक क्षेत्र में

यदि एक अणु में समरूपता का केन्द्र होता है तब
1. रामन सक्रिय कम्पन अवश्यक सक्रिय होते हैं
2. रामन सक्रिय कम्पन अवश्यक निष्क्रिय होते हैं और विलोम भी सही होता है
3. रामन सक्रिय कम्पनों में से कुछ परंतु सब नहीं अवश्यक सक्रिय होते हैं
4. सब कम्पन रामन और अवश्यक निष्क्रिय होते हैं

का ऐसे परमाणु के, जिसमें दो इलेक्ट्रान p-कक्षा में हैं, j-j युग्मन प्रणाली में, संभव m_j मान हैं

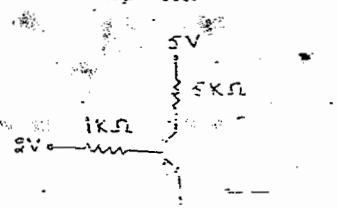


1. ± 1/2 केवल
2. ±1, 0
3. ±3/2, ±1/2
4. ±3, ±2, ±1

129. Which of the following equations represents the current-voltage characteristic of an illuminated solar cell?
[I_{ph} is the photogenerated current and I_0 is the reverse saturation current.]

1. $I_0 = -I_{ph} + I_0\left(e^{qV/k_BT} - 1\right)$
2. $I_0 = -I_{ph} + I_0\left(e^{qV/k_BT} + 1\right)$
3. $I_0 = I_{ph} + I_0\left(e^{qV/k_BT} - 1\right)$
4. $I_0 = I_{ph} + I_0\left(e^{qV/k_BT} + 1\right)$

130. The Si transistor in the circuit shown below has $\beta = 100$.



The transistor is
1. in saturation
2. in deep saturation
3. in cut off
4. in the linear region

131. If a molecule has a centre of symmetry then
1. Raman active vibrations are infrared active
2. Raman active vibrations are infrared inactive and vice versa
3. some, but not all, of the Raman active vibrations are infrared active
4. all vibrations are Raman and infrared inactive

132. In the j-j coupling scheme of an atom with two electrons in the p orbital, possible m_j values are
1. ± 1/2 only
2. ±1, 0
3. ±3/2, ±1/2
4. ±3, ±2, ±1

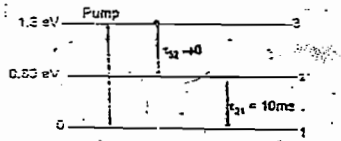
133. जीमैन प्रभाव में लगाए गए चुम्बकीय क्षेत्र के समान्तर और लम्बवत् उत्सर्जित होने वाली प्रकाश किस क्रमशः होती है
1. रैखिक और वृत्ताकार ध्रुवित
2. वृत्ताकार और रैखिक ध्रुवित
3. दोनों रैखिक ध्रुवित
4. दोनों वृत्ताकार ध्रुवित

134. एक हाइड्रोजन परमाणु में एक इलेक्ट्रान के आकार को एक बैक्टीरिया($\sim 10^{-7}$ m) के आकार की तुलना का होने के लिए उसके मुख्य क्वांटम अंक को लगभग होना चाहिए
1. 100
2. 1000
3. 10000
4. 100000

135. निम्न जोड़ों में से किसमें दोनों अणु घूर्णी स्पेक्ट्रम दर्शाते हैं ?
1. CCl_4 और HF
2. CCl_4 और O_2
3. HCN और HF
4. HCN और CCl_4

136. सूक्ष्मतरंग घूर्णी स्पेक्ट्रम में स्पेक्ट्रम रेखाएं उस समय सर्वाधिक तुरन्त प्रेक्षित होती है जब नमूना होता है
1. ठोस
2. द्रव
3. द्रव क्रिस्टल
4. गैस

137. एक कांच पंपी में इर्बियम आयनों के लिए प्रस्तावित ऊर्जा स्तर आरेख नीचे दर्शाया गया है :



ρ-आयन/मीटर^3 की इर्बियम आयन सांद्रता हेतु समष्टि व्युत्क्रमण के लिए आवश्यक पंप पावर है
1. 80 ρ eV/m^{3}s
2. 40 ρ eV/m^{3}s
3. 130 ρ eV/m^{3}s
4. 65 ρ eV/m^{3}s

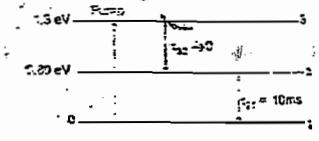
133. In the Zeeman effect the light emitted along and perpendicular to the applied magnetic field are respectively
1. linearly and circularly polarized
2. circularly and linearly polarized
3. both linearly polarized
4. both circularly polarized

134. For the size of the electron orbit in a hydrogen atom to be comparable to the size of a bacterium ($\sim 10^{-7}$ m), its principal quantum number should be about
1. 100
2. 1000
3. 10000
4. 100000

135. In which of the following pairs do both molecules exhibit rotational spectra?
1. CCl_4 and HF
2. CCl_4 and O_2
3. HCN and HF
4. HCN and CCl_4

136. The sharpest spectral lines in the microwave rotational spectrum are observed when the sample is a
1. solid
2. liquid
3. liquid crystal
4. gas

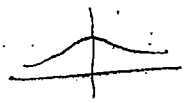
137. The typical energy level diagram for Erbium ions in a glass host is shown below.

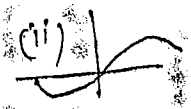


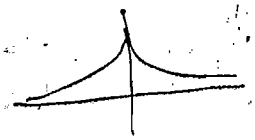
For an Erbium ion concentration of ρ ions/m^3, the pump power needed for population inversion is
1. 80 ρ eV/m^{3}s
2. 40 ρ eV/m^{3}s
3. 130 ρ eV/m^{3}s
4. 65 ρ eV/m^{3}s

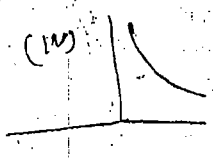
Objective Question June - 2010

1. Graph of function $e^{|x|}$ shows.

(i) 

(ii) 

(iii) 

(iv) 

2. If the wave function of a system is given by

$$|\psi\rangle = \frac{1}{4}\left[\sqrt{3}\,\psi_{123} + \sqrt{8}\,\psi_{103} + \sqrt{5}\,\psi_{205}\right]$$

then find the expectation value of $\langle L_z \rangle$

3. In paramagnetic substance, magnetic susceptibility which of the following is true;

(i) χ decreases as T decreases

(ii) χ increases as T increases

(iii) χ decreases as T increases

(iv) It is independent of temp

4. Variation of isotopic mass with transition temp as

(i) Mass increases as Temp decreases

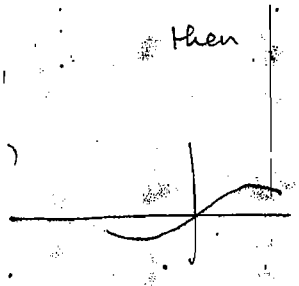
(ii) Mass decreases as temp. increases

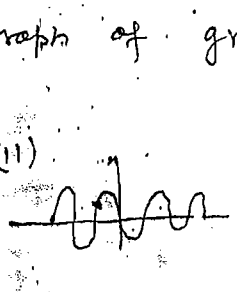
(iii) Mass increases as temp. increases

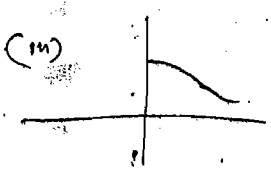
(iv) Non of above

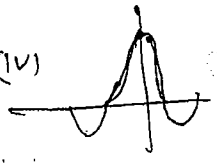
5. If potential of a H.O. is defined as $V = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 \quad x \geq 0$; $\infty \quad x \leq 0$

then graph of ground state wave function of H.O. is

(i) 

(ii) 

(iii) 

(iv) 

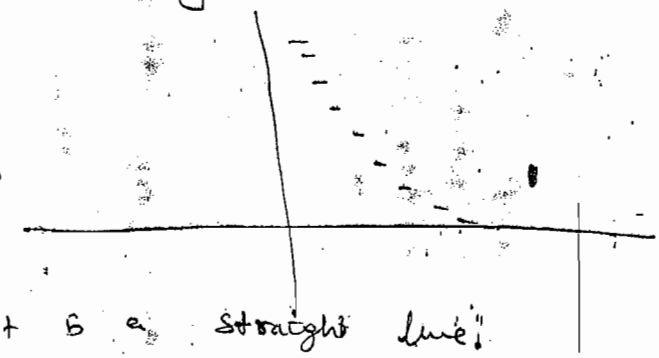
6 (*) deuteron is mixture of S and D State in its ground state. Then which of ~~foot~~ following is true about nuclear force.

(i) It is strong range.
(ii) It is attractive
(iii) It is spin dependent
(iv) It is exchange force.

(*) 7 If nucleon no. is increased by 40 to 50. Then the angular momentum and corresponding azimuthal Quantum no. is.

(i)	$g_{7/2}$	$L \geq 5$
(ii)	$g_{5/2}$	$L \geq 3$
(iii)	$g_{9/2}$	$L \geq 5$
(iv)	$g_{9/2}$	$L = 4$

8 The Coulter counting experiment the following graph what shows.



(i) It is a straight line.
(ii) It is parabolic path
(iii) It is graph of polynomial of degree 3.
(iv) It is a logarithmic function.

(*) If a planet trave equal area in equal interval of time i.e. areal velocity is constant. then —

(i) orbit of planet is elliptical
(ii) orbit of plane is circular
(iii) motion of planet is guided under central force.
(iv) Can not say anything regarding its orbit.

(10) In $2p_{3/2}$ state what is following is true.

(i) $J = 1/2$, $l = 0$, $S = 1$

(ii) $J = 3/2$, $l = 1$, $S = 1/2$

(iii) $J = 1/2$ $l = 0$, $S = 1$

(iv) $J = 3/2$, $l = 0$, $S = 1/2$

(11) If charge of a hydrogen atom is doubled and mass is remains also doubled then

i) Energy remains same ii) Energy becomes 8 times

iii) Energy becomes 16 times iv) Energy becomes 32 times

(12) Poisson commutation relation of $[L_x, x]$.

(i) 1 (ii) $\hbar$ (iii) 0. (iv) $i\hbar y$

(13) If momentum is represented by operator by $-i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$ then its position operator is represented by

(i) $i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$

(ii) $i\hbar \frac{\partial}{\partial p}$

(iii) $-i\hbar \frac{\partial}{\partial p}$

(iv) $\hat{x}$

(14) Singnal to Noise ratio depends

(i) length of conductor pipe

(ii) length of both induction coils

(iii) independent of length of conductor

(iv) None of above

magnetic field associated with a wire depends as

(i) $B \propto \frac{1}{x^2}$ (ii) $B \propto \frac{1}{x}$ (iii) $B \propto \frac{1}{x^3}$ (iv) None of above.

function of

(i) $\exp\left(\frac{-2ax}{t}\right)$ (ii) $\exp\left(\frac{iax}{t}\right)$

(iii) $\exp(iab)$

for thermodynamics relation which of the following is correct.

(i) $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_{U,N} = -\frac{P}{T}$ (ii) $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_{U,N} = \frac{P}{T}$

2. If $\int_0^\infty e^{-2x^2} dx = \sqrt{\pi}/2$ then integral of $\int_0^\infty x^2 e^{-2x^2} dx$ is given by

(i) $\frac{1}{4}\sqrt{\frac{\pi}{2}}$ (ii) $\frac{1}{2}\sqrt{\pi}$ (iii) $\frac{1}{4}\sqrt{2\pi}$ (iv) 0.

A coin and a dice are tossed together. Probability of coin getting head and dice getting even nor is

(i) 1/2 (ii) 1/4 (iii) 1/6 (iv) 1/12

Volume is decreases by factor 8 then internal energy of fermion is

(i) increases by factor 8 (ii) decreases by factor 8

(iii) increases by factor 2 (iv) decreases by factor 2

Average velocity at 20°C is V then at what temp? the average velocity is to be

(i) ~~899~~ 899°C (ii) .899°C (iii) .88°C (iv) 88°C

$x\frac{dy}{dx} + y = 1$ when $y=0$, at $x=1$ then the sol^n of this eq^n is

(i) $y = \frac{x-1}{x}$

is

(I) $\frac{\exp(\beta E_1)}{\exp(-\beta E_1) + \exp(\beta E_2}$

(II) $\frac{\exp(\beta E_1) + \exp(\beta E_2)}{\exp(-\beta E_1) + \exp(-\beta E_2)}$

(III) $\frac{\exp(-\beta E_1)}{\exp(-\beta E_2) + \exp(-\beta E_1)}$

Q.- $L = \frac{1}{2}(\dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2) + \mu(x_1 + x_2)$, what quantity is conserved.

(I) x_1 component of angular momentum is conserved

(II) x_2 component " " " "

(III) $x_1 + x_2$ component " " " "

(IV) Total energy of system is conserved.

).- For the longest wave length of H-atom

(1) $n = 1$ to $n = \infty$ is exist-

(2) 1s and 2s state is exist-

(3) 1s exist-

(4) 2s exist-

Q.- 1-D Bose Einstein condensation below at T-V

(I) chemical Potential is zero

(II) low energy exist-

(III) High energy exist-

circuits are which of the following is correct.

(i) $E \propto \frac{1}{r}$, $B \propto \frac{1}{r}$ (ii) $E \propto \frac{1}{r^2}$, $B \propto \frac{1}{r^2}$

(iii) $E \propto \frac{1}{r}$, $B \propto$ [illegible]

28Q. Degeneracy of two dimension of H.O. is

(i) n (ii) n^2 (iii) n-1 (iv) n+1

29Q. mass and charge are double then ionisation Potential is

(i) 2E (ii) 4E (iii) 16E (iv) 32E

30Q. $\vec{B}$ in direction $\vec{K}$, then vector Potential direction of

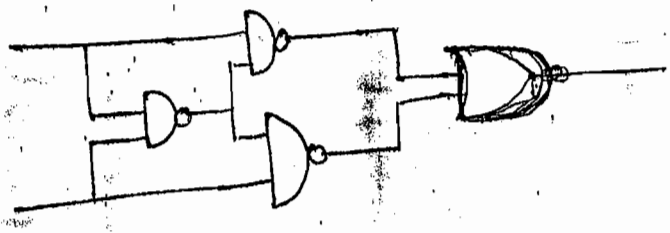
(i) $\hat{i}$ (ii) $\hat{j}$ (iii) $\hat{k}$ (iv) non of these

31Q. In 3-D for three atom the acoustical mode is

(i) 3 (ii) 6 (iii) 9 (iv) 12

32Q. for x-ray, (i) $\lambda = \frac{hc}{eV}$ (ii) $\lambda = \frac{eV}{hc}$

33Q. Logic circuit



~~fth~~ then o/p is

34Q. At constant temp^r what is conserved in phase transition.

(i) G (gibbs) (ii) M (iii) S (iv) T (temp^r)

35Q. $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$, derived from

(i) $F = U - TS$ (ii) $H = U + PV$ (iii) $U = Q - W$ (iv) $G = H - TS$

Q. Potential energy $V = Kr^n$ then the relation between K.E & P.E. is

(i) $\langle T \rangle = \langle V \rangle$ (ii) $\langle T \rangle = \frac{1}{2}\langle V \rangle$ (iii) $\langle T \rangle = \frac{3}{2}\langle V \rangle$ (iv) $\langle T \rangle = 2\langle V \rangle$

Q. Transistor acts as a switch in region

(i) cutoff (ii) saturation

(iii) Active region (iv) none of these

3Q. If $\phi = x^2 + y^2 - 2z^2$ then charge density ρ is How much.

(i) 0 (ii) 1 (iii) (iv)

3Q. The planet move in equal area in equal time the following orbit is represents,

(i) circular orbit (ii) elliptical

(iii) Hyperbola (iv) Parabola

Q. use for Pa If parity is conserved which of the following is nuclear reaction.

(i) charge (ii) mag moment (iii) Quadrupole moment.

1Q- $H = ap^4$ the Lagrangian L is

(i) (ii) (iii) (iv)

2Q- For Larmor Precession ratio of mag. moment $\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{4}{1}$ the $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ is

(i) 4 (ii) 8 (iii) 2 (iv)

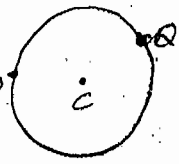
1Q- For a given Time period $T = 0.01$, then freq^n is

(i) 100 (ii) 200 (iii) 300 (iv) 400

2- For photoelectric effect the intensity is double then emission of e^- is

(i) double (ii) constant (iii) half.

5Q- The Hall coefficient -

6Q- 

For moving particle of Mass m angular velocity at point C & Q.

(i) $\omega_c = 2\omega^3$ (ii) $\omega^2 = 2\omega_c$ (iii) $\omega^3 = \omega_c$ (iv) Independent of each other

7Q- If E in direction of $(3\hat{i}+4\hat{j})$ then the direct^n of B & S

(i) (ii) (iii) (iv)

18Q- orthogonal cond^n for $(\hat{i}+\hat{j}) \times (\hat{j}+\hat{k})$ is

(i) $\hat{i}+\hat{j}$ (ii) $(\hat{i}-\hat{j}+\hat{k})$ (iii) $\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$

9Q- For coaxial wave guide is included

(i) TEM, TE (ii) Zero (iii) None

50Q- For wavefunct^n ~~at x ∈~~ $f(x) = \begin{cases} V_0 & \text{for } |x| > 0 \\ < 0 & \text{for } |x| < 0 \end{cases}$

(i) $\exp(i\hat{k}x)$ (ii) $\exp(-i\hat{k}x)$ (iii) $e^{i\hat{k}x} + e^{-i\hat{k}x}$ (iv) $e^{kx} + e^{-kx}$

51Q- For D_1 & D_2 line which of the following is ~~possible~~

(i) 1 (ii) 2 (iii) 4 (iv) 3

52Q- For Magic no. 40 to 50 following state is valid

(i) 1, 1/2 (ii) 3/2, 2 (iii) 9/2, 5 (iv) 9/2, 4

53 Q- Fermi transition is realid for
(i) Initial state (ii) final state
(iii) Initial State to final state

54 Q- If cathode is connected to +ve and Anode is connected to -ve terminal then which of the following bissing is possible
(i) forward (ii) Reverse

55 Q- Vibrational energy in unequal space is due to.
(i) Unharmonicity (ii) harmonicity.

14. Standing on a polished stone floor one feels colder than on a rough floor of the same stone. This is because

1. Thermal conductivity of the stone depends on the surface smoothness
2. Specific heat of the stone changes by polishing it
3. The temperature of the polished floor is lower than that of the rough floor
4. There is greater heat loss from the soles of the feet when in contact with the polished floor than with the rough floor

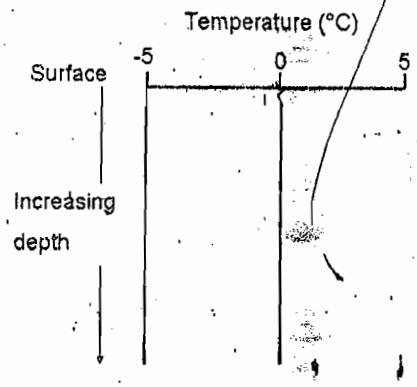
15. Popular use of which of the following fertilizers increases the acidity of soil?

1. Potassium Nitrate
2. Urea
3. Ammonium sulphate
4. Superphosphate of lime

16. If the atmospheric concentration of carbon dioxide is doubled and there are favourable conditions of water, nutrients, light and temperature, what would happen to water requirement of plants?

1. It decreases initially for a short time and then returns to the original value
2. It increases
3. It decreases
4. It increases initially for a short time and then returns to the original value

17.



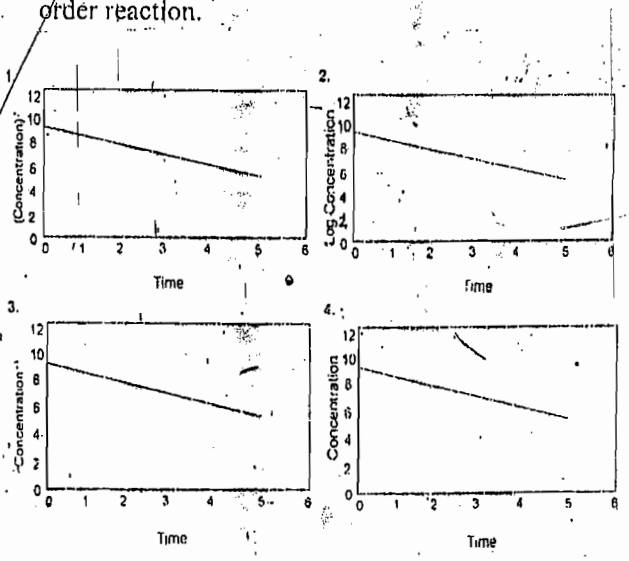
The graph represents the depth profile of temperature in the open ocean; in which region this is likely to be prevalent?

1. Tropical region
2. Equatorial region
3. Polar region
4. Sub-tropical region

18. Glucose molecules diffuse across a cell of diameter d in time τ. If the cell diameter is tripled, the diffusion time would

1. increase to 9τ
2. decrease to $\tau/3$
3. increase to 3τ
4. decrease to $\tau/9$

19. Identify the figure which depicts a first order reaction.



20. Which of the following particles has the largest range in a given medium if their initial energies are the same?

1. alpha
2. electron
3. positron
4. gamma

PART B

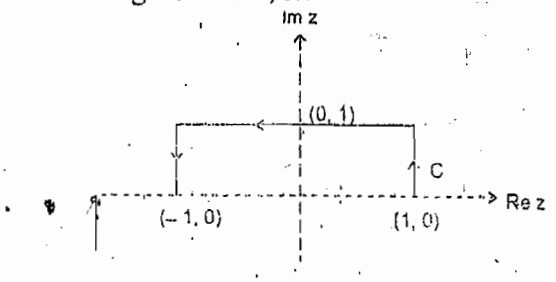
21. A signal of frequency 10 kHz is being digitized by an A/D converter. A possible sampling time which can be used is

1. 100 μs
2. 40 μs
3. 60 μs
4. 200 μs

22. For constant uniform electric and magnetic fields $\vec{E}=\vec{E}_0$ and $\vec{B}=\vec{B}_0$, it is possible to choose a gauge such that the scalar potential ϕ and vector potential $\vec{A}$ are given by

1. $\phi=0$ and $\vec{A}=\frac{1}{2}\left(\vec{B}_0\times\vec{r}\right)$
2. $\phi=-\vec{E}_0\cdot\vec{r}$ and $\vec{A}=\frac{1}{2}\left(\vec{B}_0\times\vec{r}\right)$
3. $\phi=-\vec{E}_0\cdot\vec{r}$ and $\vec{A}=0$
4. $\phi=0$ and $\vec{A}=-\vec{E}_0 t$

23. The value of the integral $\int_C dz\, z^2 e^z$, where C is an open contour in the complex z-plane as shown in the figure below, is:



1. $\frac{5}{e}+e$
2. $e-\frac{5}{e}$
3. $\frac{5}{e}-e$
4. $-\frac{5}{e}-e$

24. The wavefunction of a particle is given by $\psi=\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\phi_0+i\phi_1\right)$, where ϕ_0 and ϕ_1 are the normalized eigenfunctions with energies E_0 and E_1 corresponding to the ground state and first excited state, respectively. The expectation value of the Hamiltonian in the state ψ is

1. $\frac{E_0}{2}+E_1$
2. $\frac{E_0}{2}-E_1$
3. $\frac{E_0-2E_1}{3}$
4. $\frac{E_0+2E_1}{3}$

25. A particle is confined to the region $x\geq 0$ by a potential which increases linearly as $u(x)=u_0 x$. The mean position of the particle at temperature T is

1. $\frac{k_B T}{u_0}$
2. $(k_B T)^2/u_0$
3. $\sqrt{\frac{k_B T}{u_0}}$
4. $u_0 k_B T$

26. The acceleration due to gravity (g) on the surface of Earth is approximately 2.6 times that on the surface of Mars. Given that the radius of Mars is about one half the radius of Earth, the ratio of the escape velocity on Earth to that on Mars is approximately

1. 1.1
2. 1.3
3. 2.3
4. 5.2

27. The electrostatic potential $V(x,y)$ in free space in a region where the charge density ρ is zero is given by $V(x,y)=4e^{2x}+f(x)-3y^2$. Given that the x-component of the electric field, E_x, and V are zero at the origin, $f(x)$ is

1. $3x^2-4e^{2x}+8x$
2. $3x^2-4e^{2x}+16x$
3. $4e^{2x}-8$
4. $3x^2-4e^{2x}$

28. Let $\vec{a}$ and $\vec{b}$ be two distinct three- dimensional vectors. Then the component of $\vec{b}$ that is perpendicular to $\vec{a}$ is given by

1. $\dfrac{\vec{a}\times(\vec{b}\times\vec{a})}{a^2}$
2. $\dfrac{\vec{b}\times(\vec{a}\times\vec{b})}{b^2}$
3. $\dfrac{(\vec{a}\cdot\vec{b})\vec{b}}{b^2}$
4. $\dfrac{(\vec{b}\cdot\vec{a})\vec{a}}{a^2}$

29. A plane electromagnetic wave is propagating in a lossless dielectric. The electric field is given by $\vec{E}(x,y,z,t)=E_0(\hat{x}+A\hat{z})\exp\left[ik_0\left\{-ct+\left(x+\sqrt{3}z\right)\right\}\right]$, where c is the speed of light in vacuum, E_0, A and k_0 are constants and $\hat{x}$ and $\hat{z}$ are unit vectors along the x- and z-axes. The relative dielectric constant of the medium, ε_r and the constant A are

1. $\varepsilon_r=4$ and $A=-\dfrac{1}{\sqrt{3}}$
2. $\varepsilon_r=4$ and $A=+\dfrac{1}{\sqrt{3}}$
3. $\varepsilon_r=4$ and $A=\sqrt{3}$
4. $\varepsilon_r=4$ and $A=-\sqrt{3}$

30. A particle of unit mass moves in a potential $V(x)=ax^2+\dfrac{b}{x^2}$, where a and b are positive constants. The angular frequency of small oscillations about the minimum of the potential is

1. $\sqrt{8b}$
2. $\sqrt{8a}$
3. $\sqrt{8a/b}$
4. $\sqrt{8b/a}$

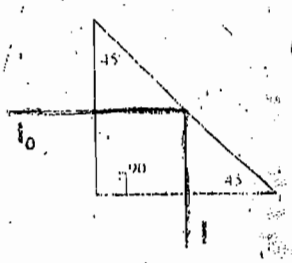
31. Consider the transition of liquid water to steam as water boils at a temperature of 100°C under a pressure of 1 atmosphere. Which one of the following quantities does **not** change discontinuously at the transition?

1. The Gibbs free energy
2. The internal energy
3. The entropy
4. The specific volume

32. Which of the following matrices is an element of the group $SU(2)$?

1. $\begin{pmatrix}1 & 1\\ 0 & 1\end{pmatrix}$
2. $\begin{pmatrix}\frac{1+i}{\sqrt{3}} & \frac{-1}{\sqrt{3}}\\ \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1-i}{\sqrt{3}}\end{pmatrix}$
3. $\begin{pmatrix}2+i & i\\ 3 & 1+i\end{pmatrix}$
4. $\begin{pmatrix}\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2}\\ \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2}\end{pmatrix}$

33. Circularly polarized light with intensity I_0 is incident normally on a glass prism as shown in the figure. The index of refraction of glass is 1.5. The intensity I of light emerging from the prism is



1. I_0
2. $0.96\,I_0$
3. $0.92\,I_0$
4. $0.88\,I_0$

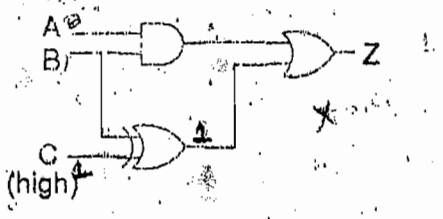
34. The Hamiltonian of an electron in a constant magnetic field $\vec{B}$ is given by $H=\mu\vec{\sigma}\cdot\vec{B}$ where μ is a positive constant and $\vec{\sigma}=(\sigma_1,\sigma_2,\sigma_3)$ denotes the Pauli matrices. Let $\omega=\mu B/\hbar$ and I be the 2×2 unit matrix. Then the operator $e^{iHt/\hbar}$ simplifies to

1. $I\cos\dfrac{\omega t}{2}+\dfrac{i\vec{\sigma}\cdot\vec{B}}{B}\sin\dfrac{\omega t}{2}$
2. $I\cos\omega t+\dfrac{i\vec{\sigma}\cdot\vec{B}}{B}\sin\omega t$
3. $I\sin\omega t+\dfrac{i\vec{\sigma}\cdot\vec{B}}{B}\cos\omega t$
4. $I\sin 2\omega t+\dfrac{i\vec{\sigma}\cdot\vec{B}}{B}\cos 2\omega t$

35. The Hamiltonian of a system with n degrees of freedom is given by $H(q_1,\ldots,q_n;p_1,\ldots,p_n;t)$, with an explicit dependence on the time t. Which of the following is correct?

1. Different phase trajectories cannot intersect each other.
2. H always represents the total energy of the system and is a constant of the motion.
3. The equations $\dot{q}_i=\partial H/\partial p_i$, $\dot{p}_i=-\partial H/\partial q_i$ are not valid since H has explicit time-dependence.
4. Any initial volume element in phase space remains unchanged in magnitude under time evolution.

36. Consider the digital circuit shown below in which the input C is always high (1).



The truth table for the circuit can be written as

A	B	Z
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

The entries in the Z column (vertically) are

1. 1011
2. 0100
3. 1111
4. 1010

37. A cavity contains blackbody radiation in equilibrium at temperature T. The specific heat per unit volume of the photon gas in the cavity is of the form $C_V=\gamma T^3$, where γ is a constant. The cavity is expanded to twice its original volume and then allowed to equilibrate at the same temperature T. The new internal energy per unit volume is

1. $4\gamma T^4$
2. $2\gamma T^4$
3. $\gamma T^4/4$
4. γT^4

38. Let $p_n(x)$ (where $n = 0,1,2,\ldots$) be a polynomial of degree n with real coefficients, defined in the interval $2 \le n \le 4$. If $\int_{-2}^{4} p_n(x) p_m(x)\,dx = \delta_{nm}$, then

1. $p_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ and $p_1(x) = \sqrt{\frac{3}{2}}(-3-x)$
2. $p_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ and $p_1(x) = \sqrt{3}(3+x)$
3. $p_0(x) = \frac{1}{2}$ and $p_1(x) = \sqrt{\frac{3}{2}}(3-x)$
4. $p_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ and $p_1(x) = \sqrt{\frac{3}{2}}(3-x)$

39. If the perturbation $H' = a\,x$, where a is a constant, is added to the infinite square well potential

$$V(x) = \begin{cases} 0 \text{ for } & 0 \le x \le \pi \\ \infty & \text{otherwise.} \end{cases}$$

The correction to the ground state energy, to first order in a, is

1. $\frac{a\pi}{2}$
2. $a\pi$
3. $\frac{a\pi}{4}$
4. $\frac{a\pi}{\sqrt{2}}$

40. The energy levels of the non-relativistic electron in a hydrogen atom (i.e. in a Coulomb potential $V(r) \propto -1/r$) are given by $E_{nlm} \propto -1/n^2$, where n is the principal quantum number, and the corresponding wave functions are given by ψ_{nlm}, where ℓ is the orbital angular momentum quantum number and m is the magnetic quantum number. The spin of the electron is not considered. Which of the following is a correct statement?

1. There are exactly $(2\ell+1)$ different wave functions ψ_{nlm}, for each E_{nlm}.
2. There are $\ell(\ell+1)$ different wave functions ψ_{nlm}, for each E_{nlm}.
3. E_{nlm} does not depend on ℓ and m for the Coulomb potential.
4. There is a unique wave function ψ_{nlm} for each E_{nlm}.

PART C

(COMPULSORY)

41. Consider two independently diffusing non-interacting particles in 3-dimensional space, both placed at the origin at time $t = 0$. These particles have different diffusion constants D_1 and D_2. The quantity $\left\langle \left[\vec{R}_1(t) - \vec{R}_2(t)\right]^2 \right\rangle$ where $\vec{R}_1(t)$ and $\vec{R}_2(t)$ are the positions of the particles at time t, behaves as:

1. $6t(D_1 + D_2)$
2. $6t\,|D_1 - D_2|$
3. $6t\sqrt{D_1^2 + D_2^2}$
4. $6t\sqrt{D_1 D_2}$

42. Which of the following is an analytic function of the complex variable $z = x + iy$ in the domain $|z| < 2$?

1. $(3 + x - iy)^3$
2. $(1 + x + iy)^4 (7 - x - iy)^3$
3. $(1 - 2x - iy)^4 (3 - x - iy)^3$
4. $(x + iy - 1)^{1/2}$

43. A particle in one dimension moves under the influence of a potential $V(x) = a x^6$, where a is a real constant. For large n the quantized energy level E_n depends on n as:

1. $E_n \sim n^3$
2. $E_n \sim n^{4/3}$
3. $E_n \sim n^{6/5}$
4. $E_n \sim n^{3/2}$

44. The Lagrangian of a particle of charge e and mass m in applied electric and magnetic fields is given by $L = \frac{1}{2} m\vec{v}^2 + e\vec{A}\cdot\vec{v} - e\phi$, where $\vec{A}$ and ϕ are the vector and scalar potentials corresponding to the magnetic and electric fields, respectively. Which of the following statements is correct?

1. The canonically conjugate momentum of the particle is given by $\vec{p} = m\vec{v}$
2. The Hamiltonian of the particle is given by $H = \frac{\vec{p}^2}{2m} + \frac{e}{m}\vec{A}.\vec{p} + e\phi$
3. L remains unchanged under a gauge transformation of the potentials
4. Under a gauge transformation of the potentials, L changes by the total time derivative of a function of $\vec{r}$ and t

45. A static, spherically symmetric charge distribution is given by $\rho(r) = \frac{A}{r} e^{-Kr}$ where A and K are positive constants. The electrostatic potential corresponding to this charge distribution varies with r as

1. $r e^{-Kr}$
2. $\frac{1}{r} e^{-Kr}$
3. $\frac{1}{r^2} e^{-Kr}$
4. $\frac{1}{r}\left(1 - e^{-Kr}\right)$

46. Consider a system of N non-interacting spins, each of which has classical magnetic moment of magnitude μ. The Hamiltonian of this system in an external magnetic field $\vec{H}$ is $\mathcal{H} = -\sum_{i=1}^{N} \vec{\mu}_i \cdot \vec{H}$, where $\vec{\mu}_i$ is the magnetic moment of the i^{th} spin. The magnetization per spin at temperature T is

1. $\frac{\mu^2 H}{k_B T}$
2. $\mu\left[\coth\left(\frac{\mu H}{k_B T}\right) - \frac{k_B T}{\mu H}\right]$
3. $\mu \sinh\left(\frac{\mu H}{k_B T}\right)$
4. $\mu \tanh\left(\frac{\mu H}{k_B T}\right)$

47. Consider the matrix $M = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$

A. The eigenvalues of M are

1. 0, 1, 2
2. 0, 0, 3
3. 1, 1, 1
4. −1, 1, 3

B. The exponential of M simplifies to (I is the 3×3 identity matrix)

1. $e^M = I + \left(\frac{e^3 - 1}{3}\right) M$
2. $e^M = I + M + \frac{M^2}{2!}$
3. $e^M = I + 3^3 M$
4. $e^M = (e-1) M$

48. A resistance is measured by passing a current through it and measuring the resulting voltage drop. If the voltmeter and the ammeter have uncertainties of 3% and 4%, respectively, then

A. The uncertainty in the value of the resistance is

1. 7.0%
2. 3.5%
3. 5.0%
4. 12.0%

B. The uncertainty in the computed value of the power dissipated in the resistance is

1. 7%
2. 5%
3. 11%
4. 9%

49. In a system consisting of two spin $\frac{1}{2}$ particles labeled 1 and 2, let $\vec{S}^{(1)} = \frac{\hbar}{2}\vec{\sigma}^{(1)}$ and $\vec{S}^{(2)} = \frac{\hbar}{2}\vec{\sigma}^{(2)}$ denote the corresponding spin operators. Here $\vec{\sigma} \equiv (\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$ and $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ are the three Pauli matrices.

A. In the standard basis the matrices for the operators $S_x^{(1)}S_y^{(2)}$ and $S_y^{(1)}S_x^{(2)}$ are respectively,

1. $\frac{\hbar^2}{4}\begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & -1\end{pmatrix}, \frac{\hbar^2}{4}\begin{pmatrix}-1 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}$
2. $\frac{\hbar^2}{4}\begin{pmatrix}i & 0\\ 0 & -i\end{pmatrix}, \frac{\hbar^2}{4}\begin{pmatrix}-i & 0\\ 0 & i\end{pmatrix}$
3. $\frac{\hbar^2}{4}\begin{pmatrix}0 & 0 & 0 & -i\\ 0 & 0 & i & 0\\ 0 & -i & 0 & 0\\ i & 0 & 0 & 0\end{pmatrix}, \frac{\hbar^2}{4}\begin{pmatrix}0 & 0 & 0 & -i\\ 0 & 0 & -i & 0\\ 0 & i & 0 & 0\\ i & 0 & 0 & 0\end{pmatrix}$
4. $\frac{\hbar^2}{4}\begin{pmatrix}0 & 1 & 0 & 0\\ 1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & -i\\ 0 & 0 & i & 0\end{pmatrix}, \frac{\hbar^2}{4}\begin{pmatrix}0 & -i & 0 & 0\\ i & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1\\ 0 & 0 & 1 & 0\end{pmatrix}$

B. These two operators satisfy the relation

1. $\left\{S_x^{(1)}S_y^{(2)}, S_y^{(1)}S_x^{(2)}\right\} = S_z^{(1)}S_z^{(2)}$
2. $\left\{S_x^{(1)}S_y^{(2)}, S_y^{(1)}S_x^{(2)}\right\} = 0$
3. $i\left[S_x^{(1)}S_y^{(2)}, S_y^{(1)}S_x^{(2)}\right] = iS_z^{(1)}S_z^{(2)}$
4. $\left[S_x^{(1)}S_y^{(2)}, S_y^{(1)}S_x^{(2)}\right] = 0$

50. In the absence of an applied torque a rigid body with three distinct principal moments of inertia given by I_1, I_2 and I_3 is rotating freely about a fixed point inside the body. The Euler equations for the components of its angular velocity $(\omega_1, \omega_2, \omega_3)$ are

$$\dot{\omega}_1 = \frac{I_2 - I_3}{I_1}\omega_2\omega_3, \quad \dot{\omega}_2 = \frac{I_3 - I_1}{I_2}\omega_1\omega_3,$$

$$\dot{\omega}_3 = \frac{I_1 - I_2}{I_3}\omega_1\omega_2$$

A. The equilibrium points in $(\omega_1, \omega_2, \omega_3)$ space are

1. (1, -1, 0), (-1, 0, 1) and (0, -1, 1)
2. (1, 1, 0), (1, 0, 1) and (0, 1, 1)
3. (1, 0, 0), (0, 1, 0) and (0, 0, 1)
4. (1,1,1), (-1,-1,-1) and (0, 0, 0)

B. The constants of motion are

1. $\omega_1^2 + \omega_2^2 + \omega_3^2$ and $I_1\omega_1 + I_2\omega_2 + I_3\omega_3$
2. $I_1\omega_1^2 + I_2\omega_2^2 + I_3\omega_3^2$ and $I_1^2\omega_1^2 + I_2^2\omega_2^2 + I_3^2\omega_3^2$
3. $I_1\omega_1^2 + I_2\omega_2^2 + I_3\omega_3^2$ and $\omega_1 + \omega_2 + \omega_3$
4. $\omega_1^2 + \omega_2^2 + \omega_3^2$ and $I_1^2\omega_1^2 + I_2^2\omega_2^2 + I_3^2\omega_3^2$

Choose any 10 of the remaining questions

51. The radius of a $^{64}_{29}Cu$ nucleus is measured to be 4.8×10^{-13} cm.

A. The radius of a $^{27}_{12}Mg$ nucleus can be estimated to be

1. 2.86×10^{-13} cm
2. 5.2×10^{-13} cm
3. 3.6×10^{-13} cm
4. 8.6×10^{-13} cm

B. The root-mean-square (rms) energy of a nucleon in a nucleus of atomic number A in its ground state varies as:

1. $A^{4/3}$
2. $A^{1/3}$
3. $A^{-1/3}$
4. $A^{-2/3}$

52. The character table of C_{3v} the group of symmetries of an equilateral triangle is given below

	$\chi^{(0)}$	$\chi^{(1)}$	$\chi^{(2)}$
$1C_1$	1	1	b
$3C_2$	1	a	c
$2C_3$	1	1	d

In the above C_1, C_2, C_3 denote the three classes of C_{3v} containing 1, 3 and 2 elements respectively, and $\chi^{(0)}$, $\chi^{(1)}$ and $\chi^{(2)}$ are the characters of the three irreducible representations $\Gamma^{(0)}$, $\Gamma^{(1)}$ and $\Gamma^{(2)}$ of C_{3v}.

A. The entries a, b, c and d in this table are, respectively,

1. 2, 1, −1, 0
2. −1, 2, 0, −1
3. −1, 1, 0, −1
4. −1, 1, 1, −1

B. The reducible representation Γ of C_{3v} with character $\chi=(4,0,1)$ decomposes into its irreducible representations $\Gamma^{(0)}, \Gamma^{(1)}, \Gamma^{(2)}$ as

1. $2\Gamma^{(0)}+2\Gamma^{(1)}$
2. $\Gamma^{(0)}+3\Gamma^{(1)}$
3. $\Gamma^{(0)}+\Gamma^{(1)}+\Gamma^{(2)}$
4. $2\Gamma^{(2)}$

53. Consider the decay process $\tau^- \rightarrow \pi^- + \nu_\tau$ in the rest frame of the τ^-. The masses of the τ^-, π^- and ν_τ are M_τ, M_π and zero respectively.

A. The energy of π^- is

1. $\dfrac{(M_\tau^2 - M_\pi^2)c^2}{2M_\tau}$
2. $\dfrac{(M_\tau^2 + M_\pi^2)c^2}{2M_\tau}$
3. $(M_\tau - M_\pi)c^2$
4. $\sqrt{M_\tau M_\pi}\,c^2$

B. The velocity of π^- is

1. $\dfrac{(M_\tau^2 - M_\pi^2)c}{M_\tau^2 + M_\pi^2}$
2. $\dfrac{(M_\tau^2 + M_\pi^2)c}{M_\tau^2 - M_\pi^2}$
3. $\dfrac{M_\pi c}{M_\tau}$
4. $\dfrac{M_\tau c}{M_\pi}$

54. Light of wavelength 660 nm and power of 1 mW is incident on a semiconductor photodiode with an absorbing layer of thickness of $(\ln 4)\,\mu m$.

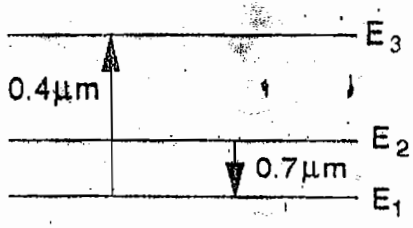
A. If the absorption coefficient at this wavelength is $10^4\,cm^{-1}$ and if 1% power is lost on reflection at the surface, the power absorbed will be

1. 750 μW
2. 675 μW
3. 250 μW
4. 225 μW

B. The generated photo-current for a quantum efficiency of unity will be

1. 360 μA
2. 400 μA
3. 133 μA
4. 120 μA

55. Consider the energy level diagram (as shown in the figure below) of a typical three level ruby laser system with 1.6×10^{19} Chromium ions per cubic centimeter. All the atoms excited by the 0.4 μm radiation decay rapidly to level E_2 which has a lifetime $\tau = 3$ ms.



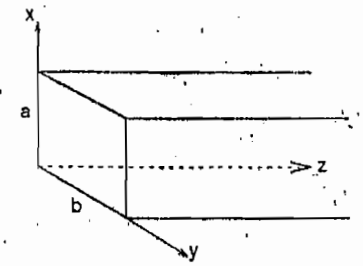
A. Assuming that there is no radiation of wavelength 0.7 μm present in the pumping cycle and that the pumping rate is R atoms per cm^3, the population density in the level N_2 builds up as:

1. $N_2(t) = R\tau(e^{t/\tau} - 1)$
2. $N_2(t) = R\tau(1 - e^{-t/\tau})$
3. $N_2(t) = \frac{Rt^2}{\tau}(1 - e^{-t/\tau})$
4. $N_2(t) = Rt$

B. The minimum pump power required (per cubic centimeter) to bring the system to transparency, i.e., zero gain, is

1. 1.52 kW
2. 2.64 kW
3. 0.76 kW
4. 1.32 kW

56. The magnetic field of the TE_{11} mode of a rectangular waveguide of dimensions $a \times b$ as shown in the figure is given by $H_z = H_0 \cos(0.3\pi x)\cos(0.4\pi y)$, where x and y are in cm.



A. The dimensions of the waveguide are

1. $a = 3.33$ cm, $b = 2.50$ cm
2. $a = 0.40$ cm, $b = 0.30$ cm
3. $a = 0.80$ cm, $b = 0.60$ cm
4. $a = 1.66$ cm, $b = 1.25$ cm

B. The entire range of frequencies f for which the TE_{11} mode will propagate is

1. $6.0\,GHz < f < 7.5\,GHz$
2. $7.5\,GHz < f < 9.0\,GHz$
3. $7.5\,GHz < f < 12.0\,GHz$
4. $7.5\,GHz < f$

57. A narrow beam of X-rays with wavelength 1.5 Å is reflected from an ionic crystal with an fcc lattice structure with a density of $3.32\ g\,cm^{-3}$. The molecular weight is 108 AMU (1 AMU = 1.66×10^{-24} g).

A. The lattice constant is

1. 6.00 Å
2. 4.56 Å
3. 4.00 Å
4. 2.56 Å

B. The sine of the angle corresponding to (111) reflection is

1. $\sqrt{3}/4$
2. $\sqrt{3}/8$
3. 1/4
4. 1/8

58. A flux quantum (fluxoid) is approximately equal to 2×10^{-7} gauss-cm^2. A type II superconductor is placed in a small magnetic field, which is then slowly increased till the field starts penetrating the superconductor. The strength of the field at this point is $\frac{2}{\pi}\times10^5$ gauss.

A. The penetration depth of this superconductor is

1. 100 Å
2. 10 Å
3. 1000 Å
4. 314 Å

B. The applied field is further increased till superconductivity is completely destroyed. The strength of the field is now $\frac{8}{\pi}\times10^5$ gauss. The correlation length of the superconductor is

1. 20 Å
2. 200 Å
3. 628 Å
4. 2000 Å

59. A beam of pions (π^+) is incident on a proton target, giving rise to the process

$$\pi^+ p \rightarrow n + \pi^+ + \pi^+$$

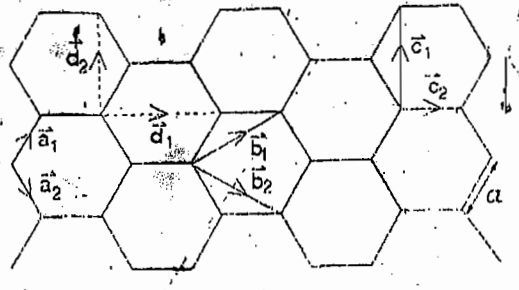
A. Assuming that the decay proceeds through strong interactions, the total isospin I and its third component I_3 for the decay products, are

1. $I=\frac{3}{2}, I_3=\frac{3}{2}$
2. $I=\frac{5}{2}, I_3=\frac{5}{2}$
3. $I=\frac{5}{2}, I_3=\frac{3}{2}$
4. $I=\frac{1}{2}, I_3=-\frac{1}{2}$

B. Using isospin symmetry, the cross-section for the above process can be related to that of the process

1. $\pi^- n \rightarrow p\pi^-\pi^-$
2. $\pi^- \bar{p} \rightarrow \bar{n}\pi^-\pi^-$
3. $\pi^+ n \rightarrow p\pi^+\pi^-$
4. $\pi^+ \bar{p} \rightarrow n\pi^+\pi^-$

60. The two dimensional lattice of graphene is an arrangement of Carbon atoms forming a honeycomb lattice of lattice spacing a, as shown below. The Carbon atoms occupy the vertices.



A. The Wigner-Seitz cell has an area of

1. $2a^2$
2. $\frac{\sqrt{3}}{2}a^2$
3. $6\sqrt{3}a^2$
4. $\frac{3\sqrt{3}}{2}a^2$

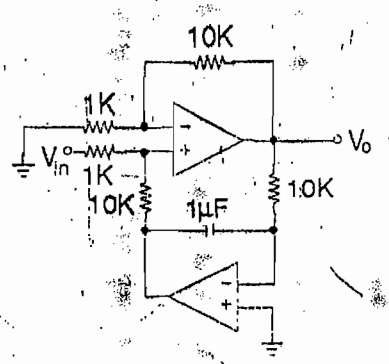
B. The Bravais lattice for this array is a

1. rectangular lattice with basis vectors $\vec{d}_1$ and $\vec{d}_2$
2. rectangular lattice with basis vectors $\vec{c}_1$ and $\vec{c}_2$
3. hexagonal lattice with basis vectors $\vec{a}_1$ and $\vec{a}_2$
4. hexagonal lattice with basis vectors $\vec{b}_1$ and $\vec{b}_2$

61. Two gravitating bodies A and B with masses m_A and m_B, respectively, are moving in circular orbit. Assume that $m_B >> m_A$ and let the radius of the orbit of body A be R_A. If the body A is losing mass adiabatically, its orbital radius R_A is proportional to

1. $1/m_A$
2. $1/m_A^2$
3. m_A
4. m_A^2

62. A time varying signal V_{in} is fed to an op-amp circuit with output signal V_0 as shown in the figure below.



The circuit implements a

1. high pass filter with cutoff frequency 16Hz
2. high pass filter with cutoff frequency 100 Hz
3. low pass filter with cutoff frequency 16 Hz
4. low pass filter with cutoff frequency 100 Hz

63. Consider an ideal Bose gas in three dimensions with the energy-momentum relation $\varepsilon \propto p^s$ with $s > 0$. The range of s for which this system may undergo a Bose-Einstein condensation at a non-zero temperature is

1. $1 < s < 3$
2. $0 < s < 2$
3. $0 < s < 3$
4. $0 < s < \infty$

64. If an electron is in the ground state of the hydrogen atom, the probability that its distance from the proton is more than one Bohr radius is approximately

1. 0.68
2. 0.48
3. 0.28
4. 0.91

65. The Hamiltonian of a particle of unit mass moving in the xy-plane is given to be:

$H = xp_x - yp_y = \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{2}y^2$ in suitable units. The initial values are given to be $(x(0), y(0)) = (1,1)$ and $(p_x(0), p_y(0)) = \left(\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$. During the motion, the curves traced out by the particles in the xy-plane and the $p_x p_y$-plane are

1. both straight lines
2. a straight line and a hyperbola respectively
3. a hyperbola and an ellipse, respectively
4. both hyperbolas

3. C=O आबंध का गठन और C–H आबंध का विदलन
4. C≡O आबंध का गठन एवं O–H और C–H आबंधों का विदलन

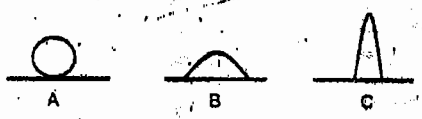
18. मान लीजिए कि सूरज किसी तरह अपने द्रव्यमान में बदलाव के बिना एक कृष्णछिद्र बन जाता है । फिर यह अपने अन्दर

1. सभी ग्रहों को खींच लेगा
2. मात्र बुध ग्रह को खींच लेगा
3. बुध से लेकर मंगल तक सभी ग्रहों को खींच लेगा ।
4. किसी भी ग्रह को नहीं खींचेगा ।

19. एक लंबी नली के अक्ष में एक पंखा रखा गया है जिसके दो पटल हैं । नली में एक स्थिर गति से गोलियाँ मारी जाती हैं । अगर पंखे के पटलों को चार कर दिया जाये, तो

1. पटलों को न छूने वाली गोलियों की संख्या आधी हो जायेगी ।
2. पटलों को न छूने वाली गोलियों की संख्या एक चौथाई हो जायेगी ।
3. पटलों पर टकराने वाली गोलियों की संख्या दुगुनी हो जायेगी ।
4. पटलों पर टकराने वाली गोलियों की संख्या वही रहेगी ।

20. एक पत्ती पर शाकनाशी घोल के विभिन्न आकार की बूंदें नीचे दर्शायी गयी हैं ।



मान लीजिए कि बूंदों की मात्रायें समान हैं, शाकनाशी ग्रहण की गतियों की प्रवृत्ति ऐसे होगी :

1. A > B > C
2. B > A > C
3. B > C > A
4. C > A > B

3. Formation of C=O bond and cleavage of C–H bond.
4. Formation of C≡O bond and cleavage of O–H and C–H bonds.

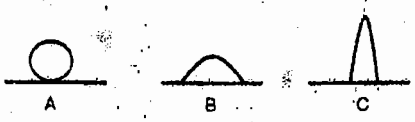
18. Suppose the Sun somehow becomes a blackhole without change in its mass. Then this blackhole will pull into itself

1. all the planets
2. only Mercury
3. all planets from Mercury to Mars
4. none of the planets

19. A long cylinder has an axially placed two-bladed fan spinning inside it. Bullets are shot through the cylinder at a constant rate. If the number of blades is increased to four, the number of bullets

1. missing the blades is halved.
2. missing the blades is reduced by one-fourth.
3. hitting the blades is doubled.
4. hitting the blades remains the same.

20. Droplets of a herbicide solution form various shapes on a leaf as shown.



Assuming that the droplets have the same volume, the trend in the rates of herbicide uptake would be

1. A > B > C
2. B > A > C
3. B > C > A
4. C > A > B

2021 D

भाग B

21 एक अनभिनत पांसे को उत्तरोत्तर तरीके से तीन बार फेंका जाता है । यह प्रायिकता कि सबसे ऊपरी पृष्ठ पर अंकों का योग 16 हो, निम्न में से कौन है

(1) $\frac{1}{16}$ (2) $\frac{1}{36}$

(3) $\frac{1}{108}$ (4) $\frac{1}{216}$

22. उस समतल का, जो बिन्दु $(1,2,4)$ पर पृष्ठ $xyz=8$ से टैंजेंट हो, समीकरण निम्न में से कौन है ?

1. $x+2y+4z=12$
2. $4x+2y+z=12$
3. $x+4y+2z=0$
4. $x+y+z=7$

23. एक 3×3 मैट्रिक्स में $\mathrm{Tr}[M]=6$, $\mathrm{Tr}[M^2]=26$ और $\mathrm{Tr}[M^3]=90$ हैं । निम्न में से कौन M के आइगेनमानों का संभाव्य समुच्चय हो सकता है ?

(1) $\{1, 1, 4\}$ (2) $\{-1, 0, 7\}$

(3) $\{-1, 3, 4\}$ (4) $\{2, 2, 2\}$

24. लेजांड्रे बहुपदों $P_n(x)$ के लिए जनक फलन $F(x,t)=\sum_{n=0}^{\infty}P_n(x)t^n$ है $F(x,t)=(1-2xt+t^2)^{-1/2}$ तब $P_3(-1)$ का मान है :

(1) 5/2 (2) 3/2

(3) +1 (4) −1

25. सर्वसम द्रव्यमान के दो कण एक केन्द्रीय विभव $V(r)=\frac{1}{2}kr^2$ के अंतर्गत वृताकार कक्षाओं में गति कर रहे हैं । मान लीजिए कक्षाओं के कोणीय आघूर्ण क्रमशः ℓ_1 और ℓ_2 तथा त्रिज्याएँ क्रमशः r_1 और r_2 हैं । यदि $\ell_1/\ell_2=2$ है तब r_1/r_2 का मान है :

PART B

21. An unbiased dice is thrown three times successively. The probability that the numbers of dots on the uppermost surface add up to 16 is

(1) $\frac{1}{16}$ (2) $\frac{1}{36}$

(3) $\frac{1}{108}$ (4) $\frac{1}{216}$

22. The equation of the plane that is tangent to the surface $xyz=8$ at the point $(1,2,4)$ is

1. $x+2y+4z=12$
2. $4x+2y+z=12$
3. $x+4y+2z=0$
4. $x+y+z=7$

23. A 3×3 matrix M has $\mathrm{Tr}[M]=6$, $\mathrm{Tr}[M^2]=26$ and $\mathrm{Tr}[M^3]=90$. Which of the following can be a possible set of eigenvalues of M ?

(1) $\{1, 1, 4\}$ (2) $\{-1, 0, 7\}$

(3) $\{-1, 3, 4\}$ (4) $\{2, 2, 2\}$

24. The generating function $F(x,t)=\sum_{n=0}^{\infty}P_n(x)t^n$ for the Legendre polynomials $P_n(x)$ is $F(x,t)=(1-2xt+t^2)^{-1/2}$. The value of $P_3(-1)$ is

(1) 5/2 (2) 3/2

(3) +1 (4) −1

25. Two particles of identical mass move in circular orbits under a central potential $V(r)=\frac{1}{2}kr^2$. Let ℓ_1 and ℓ_2 be the angular momenta and r_1, r_2 be the radii of the orbits respectively. If $\ell_1/\ell_2=2$, the value of r_1/r_2 is:

(1) $\sqrt{2}$ (2) $1/\sqrt{2}$

(3) 2 (4) $1/2$

26. द्रव्यमान m का एक बिंदु कण जिस पर विद्युत आवेश q प्रवाहित हो रहा है, दृढ़ता स्थिरांक k के एक स्प्रिंग से जुड़ा हुआ है । स्प्रिंग की दिशा के साथ एक नियत विद्युत क्षेत्र E, को समय अंतराल T के लिए (जहाँ $T \ll \sqrt{m/k}$) चालू किया जाता है । विकिरण हानि को त्यागते हुए, क्षेत्र को बंद कर दिए जाने के बाद दोलन का आयाम होगा :

(1) qE/k (2) qET^2/m

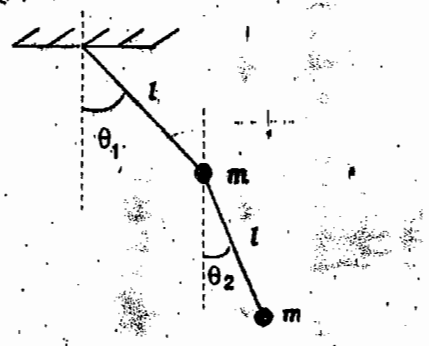
(3) $qE\sqrt{m}/Tk^{3/2}$ (4) $qET/\sqrt{mk}$

27. एक द्विपरमाणुक अणु के विभव को परमाणुओं के बीच की दूरी r के फलन के रूप में $V(r) = -\frac{a}{r^6} + \frac{b}{r^{12}}$ द्वारा प्रदान किया जाता है । परमाणुओं के बीच साम्यावस्था पृथक्करण पर विभव का मान है

(1) $-4a^2/b$ (2) $-2a^2/b$

(3) $-a^2/2b$ (4) $-a^2/4b$

28. एक द्विक पेंडुलम में द्रव्यमान m के दो बिन्दु लंबाई l के द्रव्यमान–रहित धागों से जुड़े हुए हैं जैसा निम्न चित्र में दर्शाया गया है :



पेंडुलम की गतिज ऊर्जा है

1. $\frac{1}{2}ml^2\left[\dot{\theta}_1^2+\dot{\theta}_2^2\right]$
2. $\frac{1}{2}ml^2\left[2\dot{\theta}_1^2+\dot{\theta}_2^2+2\dot{\theta}_1\dot{\theta}_2\cos(\theta_1-\theta_2)\right]$
3. $\frac{1}{2}ml^2\left[\dot{\theta}_1^2+2\dot{\theta}_2^2+2\dot{\theta}_1\dot{\theta}_2\cos(\theta_1-\theta_2)\right]$
4. $\frac{1}{2}ml^2\left[2\dot{\theta}_1^2+\dot{\theta}_2^2+2\dot{\theta}_1\dot{\theta}_2\cos(\theta_1+\theta_2)\right]$

(1) $\sqrt{2}$ (2) $1/\sqrt{2}$

(3) 2 (4) $1/2$

26. A point particle of mass m carrying an electric charge q is attached to a spring of stiffness constant k. A constant electric field E along the direction of the spring is switched on for a time interval T (where $T \ll \sqrt{m/k}$). Neglecting radiation loss, the amplitude of oscillation after the field is switched off is:

(1) qE/k (2) qET^2/m

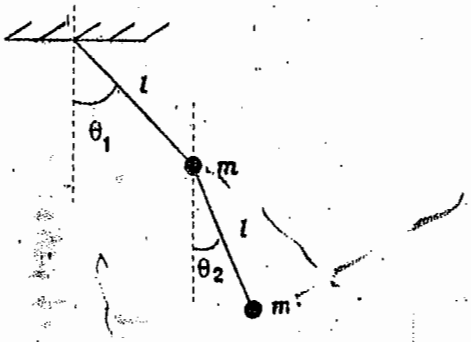
(3) $qE\sqrt{m}/Tk^{3/2}$ (4) $qET/\sqrt{mk}$

27. The potential of a diatomic molecule as a function of the distance r between the atoms is given by $V(r) = -\frac{a}{r^6} + \frac{b}{r^{12}}$. The value of the potential at equilibrium separation between the atoms is:

(1) $-4a^2/b$ (2) $-2a^2/b$

(3) $-a^2/2b$ (4) $-a^2/4b$

28. A double pendulum consists of two point masses m attached by massless strings of length l as shown in the figure:



The kinetic energy of the pendulum is:

1. $\frac{1}{2}ml^2\left[\dot{\theta}_1^2+\dot{\theta}_2^2\right]$
2. $\frac{1}{2}ml^2\left[2\dot{\theta}_1^2+\dot{\theta}_2^2+2\dot{\theta}_1\dot{\theta}_2\cos(\theta_1-\theta_2)\right]$
3. $\frac{1}{2}ml^2\left[\dot{\theta}_1^2+2\dot{\theta}_2^2+2\dot{\theta}_1\dot{\theta}_2\cos(\theta_1-\theta_2)\right]$
4. $\frac{1}{2}ml^2\left[2\dot{\theta}_1^2+\dot{\theta}_2^2+2\dot{\theta}_1\dot{\theta}_2\cos(\theta_1+\theta_2)\right]$

29. विराम द्रव्यमान m के एक आपेक्षिकीय बिन्दु पर एक नियत बल F लगाया जाता है । यदि कण $t=0$ पर विराम से चलना आरंभ करता है तब समय t के बाद उसकी गति होगी

(1) Ft/m (2) $c\tanh\left(\frac{Ft}{mc}\right)$

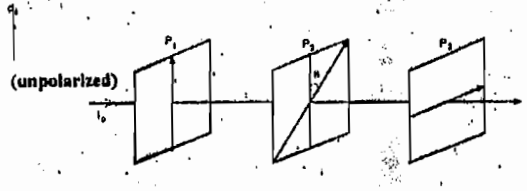
(3) $c\left(1-e^{-Ft/mc}\right)$ (4) $\frac{Fct}{\sqrt{F^2t^2+m^2c^2}}$

30. बराबर के चार बिन्दु आवेशों को एक वर्ग के चार शीर्षों पर स्थिर रखा जाता है । तब वर्ग के अंदर कितने उदासीन बिन्दु (अर्थात वे बिंदु जहाँ विद्युत क्षेत्र लुप्त हो जाता है) मिलेंगे ?

(1) 3 (2) 4

(3) 5 (4) 7

31. एक अक्ष के साथ रखे गए तीन पोलाराइजरों P_1, P_2 और P_3 पर, जैसा कि निम्न चित्र में दर्शाया गया है, विचार कीजिए ।



P_1 और P_3 के पास अक्ष एक दूसरे से समकोण बनाते हैं जबकि P_2 का पास अक्ष P_1 के पास अक्ष के साथ कोण θ बनाता है । तीव्रता I_0 के अध्रुवित प्रकाश का एक किरण पुंज P_1 पर आपतित है जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है । P_3 में से निर्गत होने वाले प्रकाश की तीव्रता है

(1) 0 (2) $\frac{I_0}{2}$

(3) $\frac{I_0}{8}\sin^2 2\theta$ (4) $\frac{I_0}{4}\sin^2 2\theta$

32. यंग के एक द्विक स्लिट व्यतिकरण प्रयोग में स्लिट एक दूसरे से $2L$ की दूरी पर हैं और स्क्रीन स्लिटों से D दूरी पर है । यदि अपवर्तनांक μ और मोटाई d के एक काँच स्लैब को एक किरण पुंज के मार्ग में रखा जाता है तब मध्य फ्रिंज के अदीप्त होने के लिए d का न्यूनतम मान होगा

29. A constant force F is applied to a relativistic particle of rest mass m. If the particle starts from rest at $t=0$, its speed after a time t is

(1) Ft/m (2) $c\tanh\left(\frac{Ft}{mc}\right)$

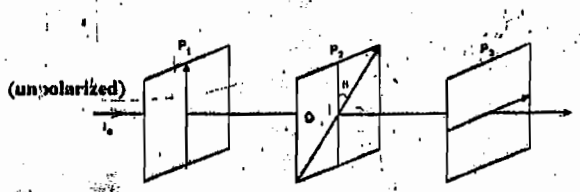
(3) $c\left(1-e^{-Ft/mc}\right)$ (4) $\frac{Fct}{\sqrt{F^2t^2+m^2c^2}}$

30. Four equal point charges are kept fixed at the four vertices of a square. How many neutral points (i.e., points where the electric field vanishes) will be found inside the square?

(1) 3 (2) 4

(3) 5 (4) 7

31. Consider three polarizers P_1, P_2 and P_3 placed along an axis as shown in the Figure.



The pass axis of P_1 and P_3 are at right angles to each other while the pass axis of P_2 makes an angle θ with that of P_1. A beam of unpolarized light of intensity I_0 is incident on P_1 as shown. The intensity of light emerging from P_3 is

(1) 0 (2) $\frac{I_0}{2}$

(3) $\frac{I_0}{8}\sin^2 2\theta$ (4) $\frac{I_0}{4}\sin^2 2\theta$

32. In a Young's double slit interference experiment, the slits are at a distance $2L$ from each other and the screen is at a distance D from the slits. If a glass slab of refractive index μ and thickness d is placed in the path of one of the beams, the minimum value of d for the central fringe to be dark is

1. $\frac{\lambda D}{(\mu-1)\sqrt{D^2+L^2}}$
2. $\frac{\lambda D}{(\mu-1)L}$
3. $\frac{\lambda}{(\mu-1)}$
4. $\frac{\lambda}{2(\mu-1)}$

33. एक स्थिर आवेश वितरण, फार्म $\vec{E}=\alpha\left(1-e^{-r/R}\right)\frac{\hat{r}}{r^2}$ का विद्युत क्षेत्र उत्पन्न करता है जहाँ α और R धनात्मक स्थिरांक हैं। तब उद्गम पर केन्द्रित, त्रिज्या R के एक गोले के अंदर आवेश है

(1) $\pi\alpha\varepsilon_0\frac{e}{R^2}$ (2) $\pi\alpha\varepsilon_0\frac{e^2}{R^2}$

(3) $4\pi\alpha\varepsilon_0\frac{R}{e}$ (4) $\pi\alpha\varepsilon_0\frac{R^2}{e}$

34. हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम अवस्था ऊर्जा −13.6 eV दी गई है तब पाजीट्रोनियम (जो एक इलेक्ट्रान और एक पॉजीट्रान की परिबद्ध अवस्था होती है) की निम्नतम अवस्था ऊर्जा है

(1) + 6.8 eV (2) − 6.8 eV

(3) −13.6 eV (4) −27.2 eV

35. दो-विमीय विभव $V(x,y)=\frac{1}{2}m\omega^2(x^2+4y^2)$ में एक कण की प्रथम उत्तेजित क्वांटम अवस्था की ऊर्जा है....

(1) $2\hbar\omega$ (2) $3\hbar\omega$

(3) $\frac{3}{2}\hbar\omega$ (4) $\frac{5}{2}\hbar\omega$

36. एक ऐसे कण पर विचार कीजिए जो एक विमीय विभव में $V(x)=V(-x)$ को संतुष्ट करता है। मान लीजिए $|\psi_0\rangle$ और $|\psi_1\rangle$ क्रमशः निम्नतम और प्रथम उत्तेजित अवस्थाएँ दर्शाते हैं और मान लीजिए $|\Psi\rangle=\alpha_0|\psi_0\rangle+\alpha_1|\psi_1\rangle$ एक प्रसामान्यीकृत अवस्था है जहाँ α_0 और α_1 वास्तविक स्थिरांक हैं। स्थिति प्रचालक x का, अवस्था $|\Psi\rangle$ में, प्रत्याशा मान $\langle x\rangle$ निम्न में से किस के द्वारा प्रदान किया जाता है?

1. $\frac{\lambda D}{(\mu+1)\sqrt{D^2+L^2}}$
2. $\frac{\lambda D}{(\mu+1)L}$
3. $\frac{\lambda}{(\mu+1)}$
4. $\frac{\lambda}{2(\mu-1)}$

33. A static charge distribution gives rise to an electric field of the form $\vec{E}=\alpha\left(1-e^{-r/R}\right)\frac{\hat{r}}{r^2}$, where α and R are positive constants. The charge contained within a sphere of radius R, centred at the origin is

(1) $\pi\alpha\varepsilon_0\frac{e}{R^2}$ (2) $\pi\alpha\varepsilon_0\frac{e^2}{R^2}$

(3) $4\pi\alpha\varepsilon_0\frac{R}{e}$ (4) $\pi\alpha\varepsilon_0\frac{R^2}{e}$

34. Given that the ground state energy of the hydrogen atom is −13.6 eV, the ground state energy of positronium (which is a bound state of an electron and a positron) is

(1) + 6.8 eV (2) − 6.8 eV

(3) −13.6 eV (4) − 27.2 eV

35. The energy of the first excited quantum state of a particle in the two-dimensional potential $V(x,y)=\frac{1}{2}m\omega^2(x^2+4y^2)$ is

(1) $2\hbar\omega$ (2) $3\hbar\omega$

(3) $\frac{3}{2}\hbar\omega$ (4) $\frac{5}{2}\hbar\omega$

36. Consider a particle in a one dimensional potential that satisfies $V(x)=V(-x)$. Let $|\psi_0\rangle$ and $|\psi_1\rangle$ denote the ground and the first excited states, respectively, and let $|\Psi\rangle=\alpha_0|\psi_0\rangle+\alpha_1|\psi_1\rangle$ be a normalized state with α_0 and α_1 being real constants. The expectation value $\langle x\rangle$ of the position operator x in the state $|\Psi\rangle$ is given by

1. $\alpha_0^2\langle\psi_0|x|\psi_0\rangle+\alpha_{10}^2\langle\psi_1|x|\psi_1\rangle$
2. $\alpha_0\alpha_1\left[\langle\psi_0|x|\psi_1\rangle+\langle\psi_1|x|\psi_0\rangle\right]$
3. $\alpha_0^2+\alpha_1^2$
4. $2\alpha_0\alpha_1$

37. क्षोभ $H'=bx^4$, जहाँ b एक स्थिरांक है, को एक विमीय सरल आवर्ती दोलक विभव $V(x)=\frac{1}{2}m\omega^2x^2$ से जोड़ा जाता है । निम्न में से कौन सा संशोधन निम्नतम अवस्था ऊर्जा को b में प्रथम कोटि में परिवर्तित कर देता है ? (संकेत : एक विमीय सरल आवर्ती दोलक विभव का प्रसामान्यीकृत निम्नतम अवस्था तरंग फलन $\psi_0=\left(\frac{m\omega}{\hbar\pi}\right)^{1/4}e^{-m\omega x^2/2\hbar}$ है । (आप समाकल, $\int_{-\infty}^{\infty}x^{2n}e^{-ax^2}dx=a^{-n-\frac{1}{2}}\Gamma\left(n+\frac{1}{2}\right)$ का भी उपयोग कर सकते हैं)

(1) $\frac{3b\hbar^2}{4m^2\omega^2}$ (2) $\frac{3b\hbar^2}{2m^2\omega^2}$

(3) $\frac{3b\hbar^2}{2\pi m^2\omega^2}$ (4) $\frac{15b\hbar^2}{4m^2\omega^2}$

38. $E=\frac{bS^3}{VN}$, जहाँ b एक स्थिरांक है और अन्य संकेतों के साधारण अर्थ हैं, द्वारा एक तंत्र की आंतरिक ऊर्जा E दर्शाता है । तंत्र का ताप निम्न में से किसके बराबर होगा

(1) $\frac{bS^2}{VN}$ (2) $\frac{3bS^2}{VN}$

(3) $\frac{bS^3}{V^2N}$ (4) $\left(\frac{S}{N}\right)^2$

39. यदि तीन विमों में एक मुक्त इलेक्ट्रान गैस के संख्या घनत्व में आठ गुनी वृद्धि की जाती है तब उसका फर्मी ताप

1. 4 गुना बढ़ जाएगा
2. 4 गुना कम हो जाएगा
3. 8 गुना बढ़ जाएगा
4. 8 गुना कम हो जाएगा

1. $\alpha_0^2\langle\psi_0|x|\psi_0\rangle+\alpha_1^2\langle\psi_1|x|\psi_1\rangle$
2. $\alpha_0\alpha_1\left[\langle\psi_0|x|\psi_1\rangle+\langle\psi_1|x|\psi_0\rangle\right]$
3. $\alpha_0^2+\alpha_1^2$
4. $2\alpha_0\alpha_1$

37. The perturbation $H'=bx^4$, where b is a constant, is added to the one dimensional harmonic oscillator potential $V(x)=\frac{1}{2}m\omega^2x^2$. Which of the following denotes the correction to the ground state energy to first order in b?

[Hint: The normalized ground state wave function of the one dimensional harmonic oscillator potential is $\psi_0=\left(\frac{m\omega}{\hbar\pi}\right)^{1/4}e^{-m\omega x^2/2\hbar}$. You may use the following integral $\int_{-\infty}^{\infty}x^{2n}e^{-ax^2}dx=a^{-n-\frac{1}{2}}\Gamma\left(n+\frac{1}{2}\right)$.

(1) $\frac{3b\hbar^2}{4m^2\omega^2}$ (2) $\frac{3b\hbar^2}{2m^2\omega^2}$

(3) $\frac{3b\hbar^2}{2\pi m^2\omega^2}$ (4) $\frac{15b\hbar^2}{4m^2\omega^2}$

38. The internal energy E of a system is given by $E=\frac{bS^3}{VN}$, where b is a constant and other symbols have their usual meaning. The temperature of this system is equal to

(1) $\frac{bS^2}{VN}$ (2) $\frac{3bS^2}{VN}$

(3) $\frac{bS^3}{V^2N}$ (4) $\left(\frac{S}{N}\right)^2$

39. If the number density of a free electron gas in three dimensions is increased eight times, its Fermi temperature will

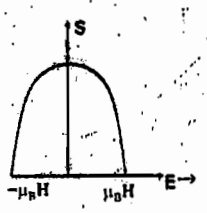
1. increase by a factor of 4
2. decrease by a factor of 4
3. increase by a factor of 8
4. decrease by a factor of 8

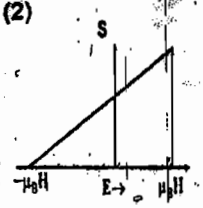
40. एक आदर्श गैस के अणुओं के वेग के मैक्सवलीय बंटन पर विचार कीजिए । मान लीजिए V_{mp} और V_{rms} क्रमशः सर्वाधिक प्रसंभाव्य वेग और वर्ग माध्य मूल वेग दर्शाते हैं तब अनुपात V_{mp}/V_{rms} का परिमाण है

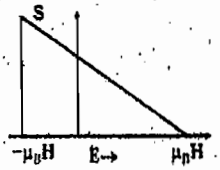
(1) 1 (2) 2/3

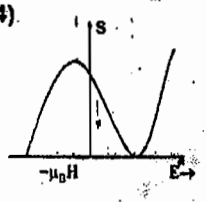
(3) $\sqrt{2/3}$ (4) 3/2

41. N -अप्रतिच्छेदी स्पिन $\frac{1}{2}$ कणों के एक तंत्र को एक बाह्य चुंबकीय क्षेत्र H में रखा जाता है । ऊर्जा के फलन के रूप में तंत्र की एंट्रॉपी का व्यवहार निम्न में से किस चित्र द्वारा दर्शाया जाता है ?

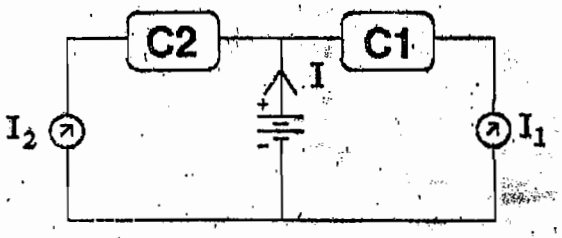
(1) 

(2) 

(3) 

(4) 

42. एक बैटरी दो परिपथों C_1 और C_2 को शक्ति प्रदान करती है



बैटरी में से लिए जाने वाली कुल धारा का आकलन व्यष्टिगत परिपथों में प्रवाहित होने वाली धाराओं I_1 और I_2 को माप कर किया जाता है । यदि I_1 और I_2 दोनों का मान 200 mA हो और उनके मापन में क्रमशः 3 mA और 4 mA की त्रुटियाँ हों तब I के आकलन में त्रुटि होगी

(1) 7.0 mA (2) 7.5 mA

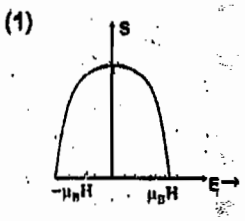
(3) 5.0 mA (4) 10.5 mA

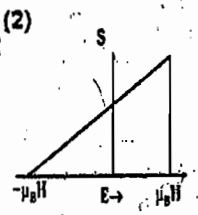
40. Consider a Maxwellian distribution of the velocity of the molecules of an ideal gas. Let V_{mp} and V_{rms} denote the most probable velocity and the root mean square velocity, respectively. The magnitude of the ratio V_{mp}/V_{rms} is

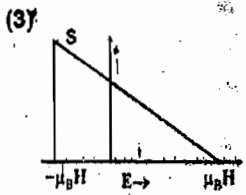
(1) 1 (2) 2/3

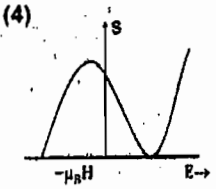
(3) $\sqrt{2/3}$ (4) 3/2

41. A system of N noninteracting spin-$\frac{1}{2}$ particles is placed in an external magnetic field H. The behaviour of the entropy of the system as a function of energy is given by

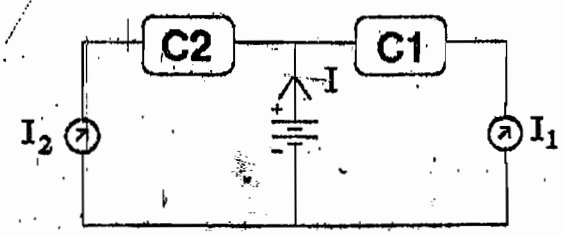
(1) 

(2) 

(3) 

(4) 

42. A battery powers two circuits C_1 and C_2 as shown in the figure. p

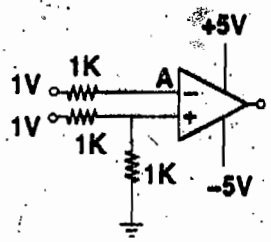


The total current I drawn from the battery is estimated by measuring the currents I_1 and I_2 through the individual circuits. If I_1 and I_2 are both 200 mA and if the errors in their measurement are 3 mA and 4 mA respectively, the error in the estimate of I is

(1) 7.0 mA (2) 7.5 mA

(3) 5.0 mA (4) 10.5 mA

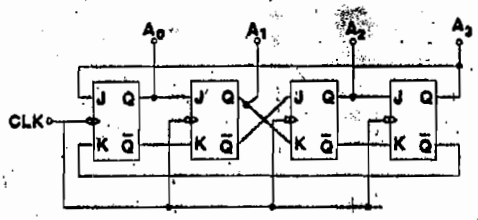
43. *निम्न आपरेशनल एम्प्लीफायर परिपथ में बिन्दु* A *पर वोल्टता है*



(1) 1.0 V (2) 0.5 V

(3) 0 V (4) −5.0 V

44. *एक काउंटर में चार फ्लिप–फ्लोप निम्न प्रकार से जुड़े हुए हैं :*

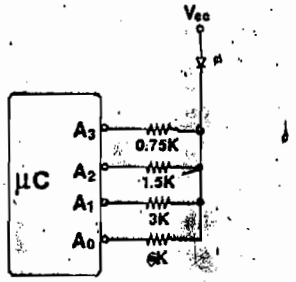


यदि काउंटर का प्रारंभिक स्थापन $A_0 A_1 A_2 A_3 = 0110$ *के रूप में किया जाता है तब अगली क्लॉक स्पंद के बाद की अवस्था है :*

(1) 1000 (2) 0001

(3) 0011 (4) 1100

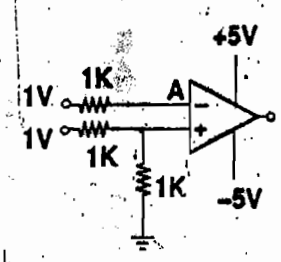
45. *एक माइक्रोकंट्रोलर के भाग* A *की पिनों* 0, 1, 2 *और* 3 *को, विभिन्न तीव्रताओं पर, एक* LED *चलाने हेतु प्रतिरोधों से, जोड़ा जाता है जैसा निम्न चित्र में दर्शाया गया है*



$V_{cc} = 4.2V$ *और* LED *में से वोल्टता ह्रास* 1.2 V *के लिए परिचालन धारा का परास (अधिकतम धारा) और विभेदन (चरण आकार) क्रमशः हैं*

1. 4.0 mA *और* 1.0 mA
2. 15.0 mA *और* 1.0 mA
3. 7.5 mA *और* 0.5 mA
4. 4.0 mA *और* 0.5 mA

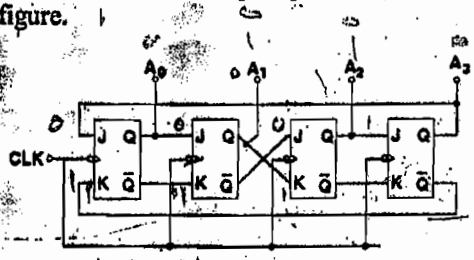
43. In the operational amplifier circuit below, the voltage at point A is



(1) 1.0 V (2) 0.5 V

(3) 0 V (4) −5.0 V

44. A counter consists of four flip-flops connected as shown in the figure.

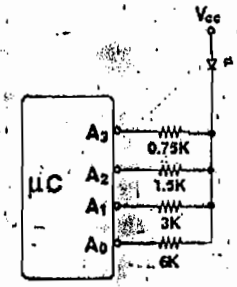


If the counter is initialized as $A_0 A_1 A_2 A_3 = 0110$, the state after the next clock pulse is

(1) 1000 (2) 0001

(3) 0011 (4) 1100

45. The pins 0, 1, 2 and 3 of part *A* of a microcontroller are connected with resistors to drive an LED at various intensities as shown in the figure.



For $V_{cc} = 4.2V$ and a voltage drop pf 1.2 V across the LED, the range (maximum current) and resolution (step size) of the drive current are, respectively,

1. 4.0 mA and 1.0 mA
2. 15.0 mA and 1.0 mA
3. 7.5 mA and 0.5 mA
4. 4.0 mA and 0.5 mA

भाग / PART C

46. $x=\frac{\pi}{4}$ के इर्द-गिर्द फलन $f(x)=\sin x$ के टेयलर श्रेणी प्रसार में प्रथम कुछ पद निम्न में से कौन हैं

1. $\frac{1}{\sqrt{2}}\left[1+\left(x-\frac{\pi}{4}\right)+\frac{1}{2!}\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^2+\frac{1}{3!}\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^3\cdots\right]$
2. $\frac{1}{\sqrt{2}}\left[1+\left(x-\frac{\pi}{4}\right)-\frac{1}{2!}\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^2-\frac{1}{3!}\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^3\cdots\right]$
3. $\left[\left(x-\frac{\pi}{4}\right)-\frac{1}{3!}\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^3\cdots\right]$
4. $\frac{1}{\sqrt{2}}\left[1-x+\frac{x^2}{2!}-\frac{x^3}{3!}\cdots\right]$

46. The first few terms in the Taylor series expansion of the function $f(x)=\sin x$ around $x=\frac{\pi}{4}$ are

1. $\frac{1}{\sqrt{2}}\left[1+\left(x-\frac{\pi}{4}\right)+\frac{1}{2!}\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^2+\frac{1}{3!}\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^3\cdots\right]$
2. $\frac{1}{\sqrt{2}}\left[1+\left(x-\frac{\pi}{4}\right)-\frac{1}{2!}\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^2-\frac{1}{3!}\left(x-\frac{\pi}{4}\right)^3\cdots\right]$
3. $\left[\left(x-\frac{\pi}{4}\right)-\frac{1}{3!}\left(x+\frac{\pi}{4}\right)^3\cdots\right]$
4. $\frac{1}{\sqrt{2}}\left[1-x+\frac{x^2}{2!}-\frac{x^3}{3!}\cdots\right]$

47. वास्तविक समाकल $I=\int_{-3}^{+3}\frac{dx}{x^2+3x+2}$ का मान है

(1) $\frac{3\pi}{2}$ (2) $\ln\left(\frac{2}{5}\right)$

(3) ∞ (4) 0

47. The value of the real integral $I=\int_{-3}^{+3}\frac{dx}{x^2+3x+2}$ is

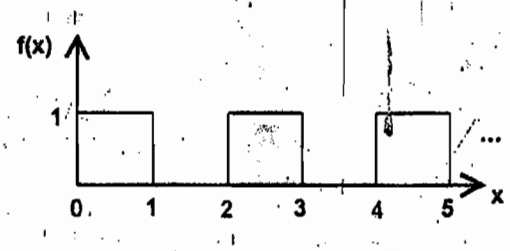
(1) $\frac{3\pi}{2}$ (2) $ln\left(\frac{2}{5}\right)$

(3) ∞ (4) 0

48. फलन

$$f(x)=\begin{cases}1 & \text{for } 2n\le x\le 2n+1\\ 0 & \text{for } 2n+1\le x\le 2n+2\end{cases}$$

(जहाँ $n=0,1,2,\cdots$ है) का ग्राफ नीचे दर्शाया गया है



उसका लाप्लास रूपांतरण $\tilde{f}(s)$ है

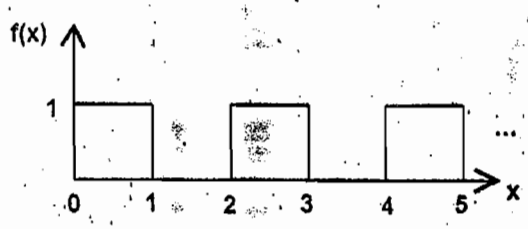
(1) $\frac{1+e^{-s}}{s}$ (2) $\frac{1-e^{-s}}{s}$

(3) $\frac{1}{s\left(1+e^{-s}\right)}$ (4) $\frac{1}{s\left(1-e^{-s}\right)}$

48. The graph of the function

$$f(x)=\begin{cases}1 & \text{for } 2n\le x\le 2n+1\\ 0 & \text{for } 2n+1\le x\le 2n+2\end{cases}$$

(where $n=0,1,2,\cdots$) is shown below.



Its Laplace transform $\tilde{f}(s)$ is

(1) $\frac{1+e^{-s}}{s}$ (2) $\frac{1-e^{-s}}{s}$

(3) $\frac{1}{s(1+e^{-s})}$ (4) $\frac{1}{s(1-e^{-s})}$

49. मान लीजिए अवकल समीकरण $\frac{d^2x}{dt^2}+2\frac{dx}{dt}+f(t)x=0$ के दो रैखिक रूप से स्वतंत्र हल $x_1(t)$ और $x_2(t)$ हैं । मान लीजिए $w(t)=x_1(t)\frac{dx_2(t)}{dt}-x_2(t)\frac{dx_1(t)}{dt}$ है । यदि $w(0)=1$ है तब $w(1)$ का मान निम्न में से कौन है

(1) 1 (2) e^2

(3) $1/e$ (4) $1/e^2$

49. Let $x_1(t)$ and $x_2(t)$ be two linearly independent solutions of the differential equation $\frac{d^2x}{dt^2}+2\frac{dx}{dt}+f(t)x=0$, and let $w(t)=x_1(t)\frac{dx_2(t)}{dt}-x_2(t)\frac{dx_1(t)}{dt}$. If $w(0)=1$, then $w(1)$ is given by

(1) 1 (2) e^2

(3) $1/e$ (4) $1/e^2$

50. द्रव्यमान m का एक ग्रह M द्रव्यमान के सूर्य के व्युत्क्रम वर्ग केन्द्रीय बल क्षेत्र में गति कर रहा है । यदि कक्षा के अर्ध–दीर्घ अक्ष और अर्ध–लघु अक्ष क्रमशः a और b हैं तब ग्रह की कुल ऊर्जा है :

(1) $-\frac{GMm}{a+b}$ (2) $-GMm\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{b}\right)$

(3) $-\frac{GMm}{a}\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right)$ (4) $-GMm\frac{(a-b)}{(a+b)^2}$

50. A planet of mass m moves in the inverse square central force field of the Sun of mass M. If the semi-major and semi-minor axes of the orbit are a and b, respectively, the total energy of the planet is:

(1) $-\frac{GMm}{a+b}$ (2) $-GMm\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{b}\right)$

(3) $-\frac{GMm}{a}\left(\frac{1}{b}-\frac{1}{a}\right)$ (4) $-GMm\frac{(a-b)}{(a+b)^2}$

51. *द्रव्यमान m का एक कण एक कटोरे के अंदर गति करता है । यदि कटोरे का पृष्ठ, समीकरण $z=\frac{1}{2}a\left(x^2+y^2\right)$, जहाँ a स्थिरांक है, द्वारा दर्शाया जाता है, तब कण का लंग्राजी है :*

1. $\frac{1}{2}m\left(\dot{r}^2+r^2\dot{\phi}^2-gar^2\right)$
2. $\frac{1}{2}m\left[\left(1+a^2r^2\right)\dot{r}^2+r^2\dot{\phi}^2\right]$
3. $\frac{1}{2}m\left(\dot{r}^2+r^2\dot{\theta}^2+r^2\sin^2\theta\dot{\phi}^2-gar^2\right)$
4. $\frac{1}{2}m\left[\left(1+a^2r^2\right)\dot{r}^2+r^2\dot{\phi}^2-gar^2\right]$

51. A particle of mass m moves inside a bowl. If the surface of the bowl is given by the equation $z=\frac{1}{2}a\left(x^2+y^2\right)$, where a is a constant, the Lagrangian of the particle is

1. $\frac{1}{2}m\left(\dot{r}^2+r^2\dot{\phi}^2-gar^2\right)$
2. $\frac{1}{2}m\left[\left(1+a^2r^2\right)\dot{r}^2+r^2\dot{\phi}^2\right]$
3. $\frac{1}{2}m\left(\dot{r}^2+r^2\dot{\theta}^2+r^2\sin^2\theta\dot{\phi}^2-gar^2\right)$
4. $\frac{1}{2}m\left[\left(1+a^2r^2\right)\dot{r}^2+r^2\dot{\phi}^2-gar^2\right]$

52. *द्रव्यमान M की एक वलयिका, जो एकसमान घनत्व वाले पदार्थ से बनी है, की आंतरिक और बाह्य त्रिज्याएँ क्रमशः a और b हैं । सममिति के अक्ष के साथ, वलयिका के तल के लंबवत, वलयिका के जड़त्व का मुख्य आघूर्ण है:*

(1) $\frac{1}{2}M\frac{\left(b^4+a^4\right)}{\left(b^2-a^2\right)}$ (2) $\frac{1}{2}M\pi\left(b^2-a^2\right)$

(3) $\frac{1}{2}M\left(b^2-a^2\right)$ (4) $\frac{1}{2}M\left(b^2+a^2\right)$

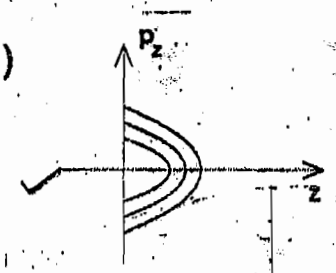
52. An annulus of mass M made of a material of uniform density has inner and outer radii a and b respectively. Its principal moment of inertia along the axis of symmetry perpendicular to the plane of the annulus is:

(1) $\frac{1}{2}M\frac{\left(b^4+a^4\right)}{\left(b^2-a^2\right)}$ (2) $\frac{1}{2}M\pi\left(b^2-a^2\right)$

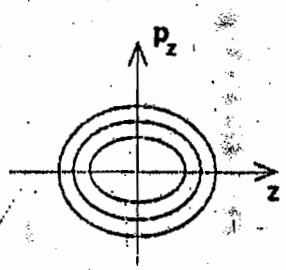
(3) $\frac{1}{2}M\left(b^2-a^2\right)$ (4) $\frac{1}{2}M\left(b^2+a^2\right)$

53. *ऐक कठोर सतह से $z=0$ पर पूर्णतः प्रत्यास्थतया उच्छलित होने वाली एक गेंद का zp_z-समतल पर प्रक्षेप-पथ (प्रावस्था-दिक प्रक्षेप पथ) सन्निकट रूप से निम्न में से किस चित्र द्वारा दर्शाया जाता है ; (घर्षण को त्याग दें)*

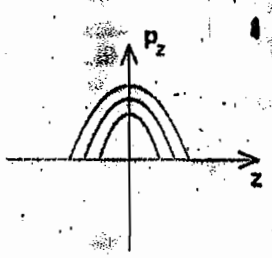
(1)



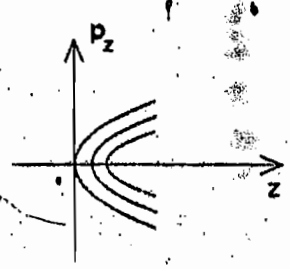
(2)



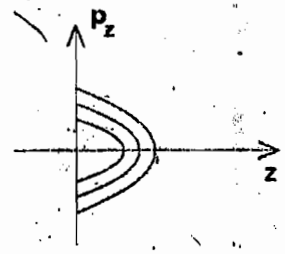
(3)

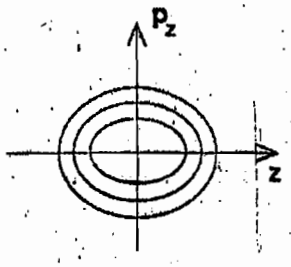


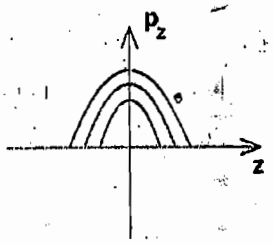
(4)

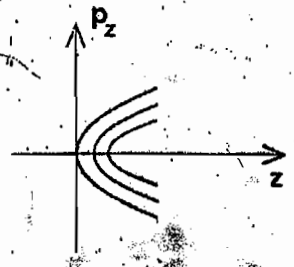


53. The trajectory on the zp_z-plane (phase-space trajectory) of a ball bouncing perfectly elastically off a hard surface at $z=0$ is given approximately by (neglect friction):

(1) 

(2) 

(3) 

(4) 

54. *त्रिज्या R वाली एक ऐसी परिनलिका पर, जिसमें n टर्न प्रति यूनिट लंबाई हैं और जिसमें समय आश्रित धारा $I = I_0 \sin\omega t$ (जहाँ $\omega R/c \ll 1$) प्रवाहित हो रही है, विचार कीजिए। परिनलिका की सममिति के अक्ष से $r < R$ लंबवत दूरी पर स्थित विद्युत क्षेत्र का परिमाण है*

(1) 0 (2) $\frac{1}{2r}\omega\mu_0 n I_0 R^2 \cos\omega t$

(3) $\frac{1}{2}\omega\mu_0 n I_0 r \sin\omega t$ (4) $\frac{1}{2}\omega\mu_0 n I_0 r \cos\omega t$

54. Consider a solenoid of radius R with n turns per unit length, in which a time dependent current $I = I_0 \sin\omega t$ (where $\omega R/c \ll 1$) flows. The magnitude of the electric field at a perpendicular distance $r < R$ from the axis of symmetry of the solenoid, is

(1) 0 (2) $\frac{1}{2r}\omega\mu_0 n I_0 R^2 \cos\omega t$

(3) $\frac{1}{2}\omega\mu_0 n I_0 r \sin\omega t$ (4) $\frac{1}{2}\omega\mu_0 n I_0 r \cos\omega t$

55. एक अनंततः लंबे तार में $t=0$ पर नियत विद्युत धारा I एकाएक चालू कर दी जाती है। तार से लंबवत दूरी r पर, वेक्टर विभव $\vec{A}=\frac{\hat{k}\mu_0 I}{2\pi}\ln\left[\frac{1}{r}\left(ct+\sqrt{c^2t^2-r^2}\right)\right]$ द्वारा प्रदान किया जाता है। $r(<ct)$ दूरी पर विद्युत क्षेत्र है

(1) 0

(2) $\frac{\mu_0 I}{2\pi t}\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\hat{i}-\hat{j}\right)$

(3) $\frac{c\mu_0 I}{2\pi\sqrt{c^2t^2-r^2}}\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\hat{i}+\hat{j}\right)$

(4) $-\frac{c\mu_0 I}{2\pi\sqrt{c^2t^2-r^2}}\hat{k}$

55. A constant electric current I in an infinitely long straight wire is suddenly switched on at $t=0$. The vector potential at a perpendicular distance r from the wire is given by $\vec{A}=\frac{\hat{k}\mu_0 I}{2\pi}\ln\left[\frac{1}{r}\left(ct+\sqrt{c^2t^2-r^2}\right)\right]$. The electric field at a distance $r(<ct)$ is

(1) 0

(2) $\frac{\mu_0 I}{2\pi t}\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\hat{i}-\hat{j}\right)$

(3) $\frac{c\mu_0 I}{2\pi\sqrt{c^2t^2-r^2}}\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\hat{i}+\hat{j}\right)$

(4) $-\frac{c\mu_0 I}{2\pi\sqrt{c^2t^2-r^2}}\hat{k}$

56. एक ऐसे इलेक्ट्रान (जिसका विराम द्रव्यमान 0.5 MeV है) की, जो पानी (अपवर्तनांक 1.5) में से गुजरते समय सेरेनकोव विकिरण उत्सर्जित कर सकता है, न्यूनतम ऊर्जा लगभग है

(1) 1.0 MeV (2) 3.0 MeV

(3) 0.6 MeV (4) 0.5 MeV

56. The minimum energy of an electron (the rest mass of which is 0.5 MeV) that can emit Cerenkov radiation while passing through water (of refractive index 1.5) is approximately

(1) 1.0 MeV (2) 3.0 MeV

(3) 0.6 MeV (4) 0.5 MeV

57. *मान लीजिए* $|0\rangle$ *और* $|1\rangle$ *एक विमीय सरल आवर्ती दोलक की निम्नतम और प्रथम उत्तेजित अवस्थाओं की संगत प्रसामान्यीकृत आइगेनअवस्थाएँ दर्शाते हैं । अवस्था* $\frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle+|1\rangle)$ *में अनिश्चितता* Δp *है*

(1) $\Delta p=\sqrt{\hbar m\omega}/2$ (2) $\Delta p=\sqrt{\hbar m\omega/2}$

(3) $\Delta p=\sqrt{\hbar m\omega}$ (4) $\Delta p=\sqrt{2\hbar m\omega}$

57. Let $|0\rangle$ and $|1\rangle$ denote the normalized eigenstates corresponding to the ground and first excited states of a one dimensional harmonic oscillator. The uncertainty Δp in the state $\frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle+|1\rangle)$, is

(1) $\Delta p=\sqrt{\hbar m\omega}/2$ (2) $\Delta p=\sqrt{\hbar m\omega/2}$

(3) $\Delta p=\sqrt{\hbar m\omega}$ (4) $\Delta p=\sqrt{2\hbar m\omega}$

58. *एक कण का, समय* $t=0$ *पर, तरंग फलन* $|\Psi(0)\rangle=\frac{1}{\sqrt{2}}(|u_1\rangle+|u_2\rangle)$ *द्वारा प्रदान किया जाता है जहाँ* $|u_1\rangle$ *और* $|u_2\rangle$ *प्रसामान्यीकृत आइगेनअवस्थाएँ हैं जिनके आइगेनमान क्रमशः* E_1 *और* E_2 *हैं* $(E_2>E_1)$ *। वह कम से कम समय क्या होगा जिसके बाद* $|\Psi(t)\rangle$, $|\Psi(0)\rangle$ *से लांबिक हो जाएगा*

(1) $\frac{-\hbar\pi}{2(E_2-E_1)}$ (2) $\frac{\hbar\pi}{E_2-E_1}$

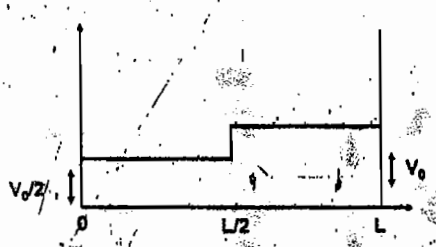
(3) $\frac{\sqrt{2}\hbar\pi}{E_2-E_1}$ (4) $\frac{2\hbar\pi}{E_2-E_1}$

58. The wave function of a particle at time $t=0$ is given by $|\Psi(0)\rangle=\frac{1}{\sqrt{2}}(|u_1\rangle+|u_2\rangle)$, where $|u_1\rangle$ and $|u_2\rangle$ are the normalized eigenstates with eigenvalues E_1 and E_2 respectively, $(E_2>E_1)$. The shortest time after which $|\Psi(t)\rangle$ will become orthogonal to $|\Psi(0)\rangle$ is

(1) $\frac{-\hbar\pi}{2(E_2-E_1)}$ (2) $\frac{\hbar\pi}{E_2-E_1}$

(3) $\frac{\sqrt{2}\hbar\pi}{E_2-E_1}$ (4) $\frac{2\hbar\pi}{E_2-E_1}$

59. एक निरंतर क्षोभ, जैसा कि निम्न चित्र में दर्शाया गया है, द्रव्यमान m के एक कण पर, जो 0 और L के बीच एक अनंत विभव कूप में परिरुद्ध है, कार्य कर रहा है



कण की निम्नतम अवस्था ऊर्जा में प्रथम–कोटि संशोधन है

(1) $\frac{V_0}{2}$ (2) $\frac{3V_0}{4}$

(3) $\frac{V_0}{4}$ (4) $\frac{3V_0}{2}$

59. A constant perturbation as shown in the figure below acts on a particle of mass m confined in an infinite potential well between 0 and L.

The first-order correction to the ground state energy of the particle is

(1) $\frac{V_0}{2}$ (2) $\frac{3V_0}{4}$

(3) $\frac{V_0}{4}$ (4) $\frac{3V_0}{2}$

60. उच्च तापों पर सोडियम की D_1 और D_2 रेखाओं की तीव्रताओं का अनुपात होता है

(1) 1:1 (2) 2:3

(3) 1:3 (4) 1:2

60. The ratio of intensities of the D_1 and D_2 lines of sodium at high temperature is

(1) 1:1 (2) 2:3

(3) 1:3 (4) 1:2

61. कल्पना कीजिए कि एक चुंबकीय तंत्र की मुक्त ऊर्जा का फार्म $F(M,T)=a(T-T_C)M^2+bM^4+cM^6$ के क्रम प्राचल M में प्रसार होता है जहाँ a,b और $c>0$ हैं । जैसे ताप को T_C से नीचे किया जाता है तंत्र में प्रावस्था संक्रमण हो जाता है । संक्रमण के एकदम नीचे, जहाँ $(T-T_C)$ बहुत क्षुद्र होता है, क्रम प्राचल के व्यवहार का, सर्वोत्तम तरीके से वर्णन निम्न में से किसके द्वारा किया जाता है

(1) $M \propto (T_C-T)^{-1/2}$ (2) $M \propto (T_C-T)^{1/2}$

(3) $M \propto (T_C-T)$ (4) $M \propto (T_C-T)^3$

61. Assume that the free energy of a magnetic system has an expansion in the order parameter M of the form $F(M,T)=a(T-T_C)M^2+bM^4+cM^6$, with a,b and $c>0$. As the temperature is lowered below T_C, the system undergoes a phase transition. The behaviour of the order parameter just below the transition, where $(T-T_C)$ is very small, is best described by

(1) $M \propto (T_C-T)^{-1/2}$ (2) $M \propto (T_C-T)^{1/2}$

(3) $M \propto (T_C-T)$ (4) $M \propto (T_C-T)^3$

62. द्रव्यमान m के गैस अणु त्रिज्या R और ऊँचाई L के $(R \gg L)$ एक सिलिंडर में, जो पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र में ऊर्ध्वाधर रूप से रखा हुआ है, परिरुद्ध हैं । निम्न तापों पर गैस की औसत ऊर्जा (इस प्रकार $mgL \gg k_BT$) निम्न में से किसके द्वारा प्रदान की जाती

(1) $Nk_BT/2$ (2) $3Nk_BT/2$

(3) $2Nk_BT$ (4) $5Nk_BT/2$

62. Gas molecules of mass m are confined in a cylinder of radius R and height L (with $R \gg L$) kept vertically in the Earth's gravitational field. The average energy of the gas at low temperatures (such that $mgL \gg k_BT$) is given by

(1) $Nk_BT/2$ (2) $3Nk_BT/2$

(3) $2Nk_BT$ (4) $5Nk_BT/2$

63. एक–विमीय श्रृंखला में N दंडों का एक समुच्चय है जिसमें प्रत्येक दंड की लंबाई a है । जब किसी भार द्वारा ताना जाता है तब प्रत्येक दंड श्रृंखला की लंबाई के या तो समानांतर अथवा लंबवत सीध में आ जाता है । उस समय जब एक दंड श्रृंखला की लंबाई के समानांतर सीध में आता है तब उसकी ऊर्जा $-\varepsilon$ होती है और जब लंबवत आता है तब $+\varepsilon$ होती है । उस समय जब श्रृंखला ताप T पर तापीय साम्यावस्था में होती है तब उसकी औसत लंबाई होती है

(1) $Na/2$ (2) Na

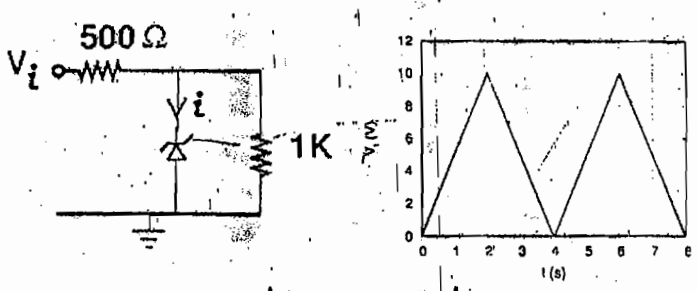
(3) $Na/\left(1+e^{-2\varepsilon/k_BT}\right)$ (4) $Na\left(1+e^{-2\varepsilon/k_BT}\right)$

63. A one-dimensional chain consists of a set of N rods each of length a. When stretched by a load, each rod can align either parallel or perpendicular to the length of the chain. The energy of a rod is $-\varepsilon$ when aligned parallel to the length of the chain and is $+\varepsilon$ when perpendicular to it. When the chain is in thermal equilibrium at temperature T, its average length is

(1) $Na/2$ (2) Na

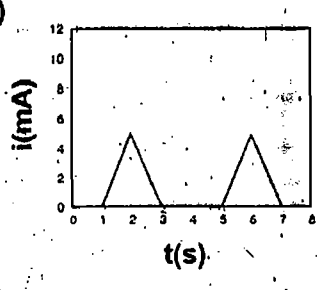
(3) $Na/\left(1+e^{-2\varepsilon/k_BT}\right)$ (4) $Na\left(1+e^{-2\varepsilon/k_BT}\right)$

64. निम्न चित्र में एक वोल्टेज रेगुलेटर दर्शाया गया है जो भंजन वोल्टता 5 V के जेनर डायोड का और 10 V आयाम की एक धनात्मक त्रिकोणी तरंग निवेश का उपयोग करता है

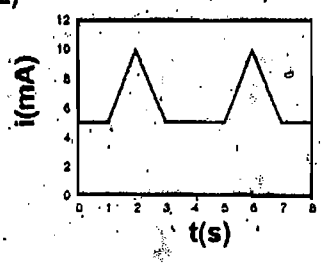


$V_i > 5$V के लिए जेनर फालतू धारा को स्वयं में से प्रवाहित करके निर्गम वोल्टता को नियमित रखता है । निम्न में से कौन सा तरंगरूप जेनर डायोड में धारा i को प्रवाहित होते हुए दर्शाता है

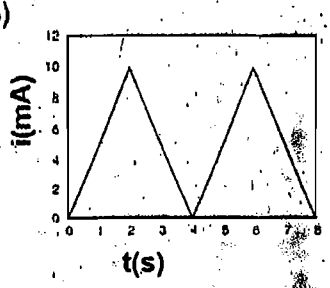
(1)



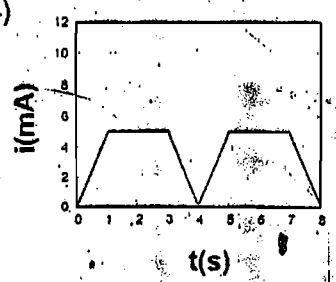
(2)



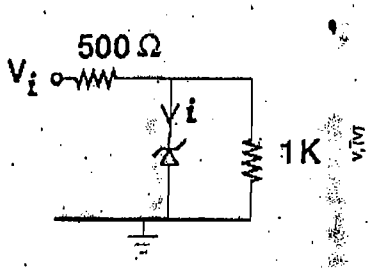
(3)

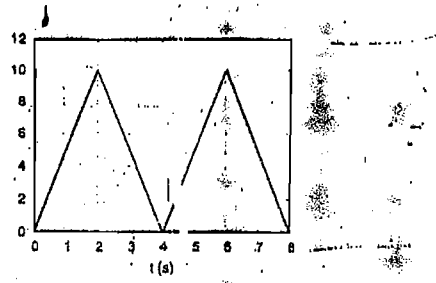


(4)



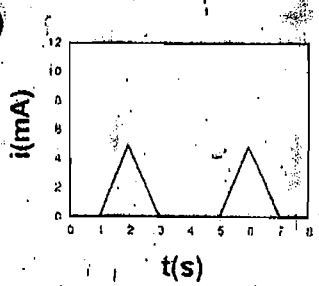
64. The figure below shows a voltage regulator utilizing a Zener diode of breakdown voltage 5 V and a positive triangular wave input of amplitude 10 V.



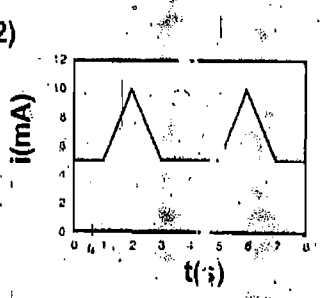


For $V_i > 5$ V, the Zener regulates the output voltage by channeling the excess current through itself. Which of the following waveforms shows the current i passing through the Zener diode?

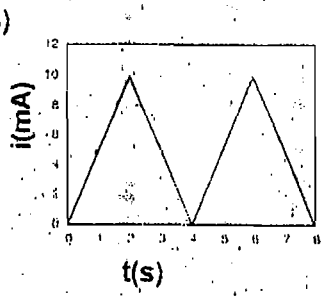
(1)



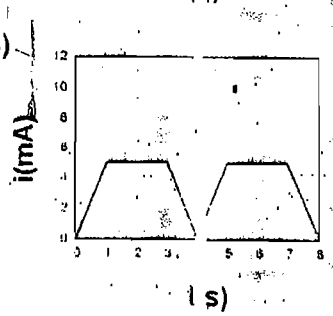
(2)



(3)



(4)



65. तरंगदैर्ध्य 660 nm और तीव्रता 100 mW/cm^2 का एकवर्णी प्रकाश 30 cm^2 क्षेत्रफल के सौर सैल पर पड़ता है। सौर सैल की परिवर्तन दक्षता 10% है। यदि प्रत्येक रूपांतरित फोटॉन एक इलेक्ट्रान-होल जोड़े में परिवर्तित हो जाता है तब सौर सैल द्वारा सप्लाई की जाने वाली अधिकतम परिपथ धारा कितनी होगी ? ($h = 6.6 \times 10^{-34}$ J-s, $c = 3 \times 10^8$ m/s और $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C लीजिए)

(1) 160 mA (2) 320 mA

(3) 1600 mA (4) 3200 mA

65. Monochromatic light of wavelength 660 nm and intensity 100 mW/cm^2 falls on a solar cell of area 30 cm^2. The conversion efficiency of the solar cell is 10%. If each converted photon results in an electron-hole pair, what is the maximum circuit current supplied by the solar cell? (Take $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J-s, $c = 3 \times 10^8$ m/s and $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C).

(1) 160 mA (2) 320 mA

(3) 1600 mA (4) 3200 mA

66. $T_0 = 250^\circ$C सै. पर एक नमूने के ताप T को मापने और नियंत्रित करने के लिए एक हीटर और थर्मोकपल का उपयोग किया जाता है। एक फीडबैक परिपथ हीटर को शक्ति P, समीकरण $P = P_0 + G(T_0 - T) - D\frac{dT}{dt}$ के अनुसार गुणांक G और D के मानों को समुचित रूप से समस्वरित करके, सप्लाई करता है। बाह्य ऊष्मा क्षोभ की, जो ताप में क्षुद्र परंतु तीव्र घट-बढ़ करता है, उपस्थिति में ताप स्थिरता बनाए रखने के लिए निम्न में से क्या करना जरूरी होता है

(1) D को घटा दें (2) D में वृद्धि कर दें

(3) G को घटा दें (4) G में वृद्धि कर दें

66. A heater and a thermocouple are used to measure and control the temperature T of a sample at $T_0 = 250^\circ$C. A feedback circuit supplies power P to the heater according to the equation $P = P_0 + G(T_0 - T) - D\frac{dT}{dt}$ with appropriately tuned values of the coefficients G and D. In order to maintain temperature stability in the presence of an external heat perturbation which causes small but rapid fluctuations of temperature, it is necessary to

(1) decrease D (2) increase D

(3) decrease G (4) increase G

67. द्रव्यमान M के एक परमाणु को फोटोन ग्रहण द्वारा, द्रव्यमान $M+\Delta$ अवस्था को उत्तेजित किया जा सकता है । उस फोटोन की, जो यह संक्रमण कर सकता है, आवृति है

(1) $\Delta c^2/2h$ (2) $\Delta c^2/h$

(3) $\Delta^2 c^2/2Mh$ (4) $\Delta(\Delta+2M)c^2/2Mh$

67. An atom of mass M can be excited to a state of mass $M+\Delta$ by photon capture. The frequency of a photon which can cause this transition is

(1) $\Delta c^2/2h$ (2) $\Delta c^2/h$

(3) $\Delta^2 c^2/2Mh$ (4) $\Delta(\Delta+2M)c^2/2Mh$

68. 500 nm पर प्रचालित एक लेजर का उपयोग एक अणु को उत्तेजित करने के लिए किया जाता है । यदि स्टोक्स रेखा 770 cm^{-1} पर प्रेक्षित की जाती है तब स्टोक्स और एंटी–स्टोक्स रेखाओं की सन्निकट स्थितियाँ हैं :

(1) 481.5 nm और 520 nm (2) 481.5 nm और 500 nm

(3) 500 nm और 520 nm (4) 500 nm और 600 nm

68. A laser operating at 500 nm is used to excite a molecule. If the Stokes line is observed at 770 cm^{-1}, the approximate positions of the Stokes and the anti-Stokes lines are

(1) 481.5 nm and 520 nm (2) 481.5 nm and 500 nm

(3) 500 nm and 520 nm (4) 500 nm and 600 nm

69. यदि एक परमाणु में अतिसूक्ष्म अंतःक्रिया $H=a\vec{S}_e\cdot\vec{S}_p$ द्वारा प्रदान की जाती है जहाँ $\vec{S}_e$ और $\vec{S}_p$ क्रमशः इलेक्ट्रान और प्रोटोन स्पिन दर्शाते हैं । तब $^3S_1$ और $^1S_0$ अवस्था के बीच विपाटन है

(1) $a\hbar^2/\sqrt{2}$ (2) $a\hbar^2$

(3) $a\hbar^2/2$ (4) $2a\hbar^2$

69. If the hyperfine interaction in an atom is given by $H=a\vec{S}_e\cdot\vec{S}_p$ where $\vec{S}_e$ and $\vec{S}_p$ denote the electron and proton spins, respectively, the splitting between the $^3S_1$ and $^1S_0$ state is

(1) $a\hbar^2/\sqrt{2}$ (2) $a\hbar^2$

(3) $a\hbar^2/2$ (4) $2a\hbar^2$

70. द्रव्यमान m और आवेश e के इलेक्ट्रानों के जो xy-समतल में क्षेत्र A में परिरुद्ध हैं और जिन पर z-दिशा में एकसमान चुंबकीय क्षेत्र B डाला जा रहा है, ऊर्जा स्तर $E_n = \left(n+\frac{1}{2}\right)\frac{eB\hbar}{mc}$, $n=0,1,2,\cdots$ द्वारा प्रदान किए जाते हैं। प्रत्येक स्तर की अपभ्रष्टता $\frac{eBA}{\hbar c}$ है। निम्नतम स्तर पूर्णतया भरा हुआ है और अन्य रिक्त हैं। फर्मी ऊर्जा $\frac{\hbar^2 N}{2\pi mA}$ जहाँ N इलेक्ट्रानों की कुल संख्या है,

1. $n=0$ स्तर के साथ संपाती है
2. $n=1$ स्तर के साथ संपाती है
3. $n=0$ और $n=1$ स्तरों के बीच मध्य में है
4. $n=1$ और $n=2$ स्तरों के बीच मध्य में है

70. The energy levels of electrons of mass m and charge e confined in an area A in the xy-plane with a uniform magnetic field B applied in the z-direction are given by $E_n = \left(n+\frac{1}{2}\right)\frac{eB\hbar}{mc}$, $n=0,1,2,\cdots$. The degeneracy of each level is $\frac{eBA}{\hbar c}$. The lowest level is completely filled and the others are empty. The Fermi energy $\frac{\hbar^2 N}{2\pi mA}$, where N is the total number of electrons, is

1. coincident with the $n=0$ level
2. coincident with the $n=1$ level
3. midway between the $n=0$ and the $n=1$ levels
4. midway between the $n=1$ and the $n=2$ levels

71. एक तीन-विमीय ठोस के उत्तेजन बोसोनिक प्रकृति के हैं, जहाँ उनकी आवृति ω और तरंग-संख्या k बृहत तरंग दैर्ध्य सीमा में $\omega \propto k^2$ द्वारा संबंधित हैं। यदि रासायनिक विभव शून्य है तब निम्न ताप पर तंत्र की विशिष्ट ऊष्मा का व्यवहार निम्न में से किसके साथ समानुपाती होता है

(1) $T^{1/2}$ (2) T

(3) $T^{3/2}$ (4) T^3

71. The excitations of a three-dimensional solid are bosonic in nature with their frequency ω and wave-number k are related by $\omega \propto k^2$ in the large wavelength limit. If the chemical potential is zero, the behaviour of the specific heat of the system at low temperature is proportional to

(1) $T^{1/2}$ (2) T

(3) $T^{3/2}$ (4) T^3

72. *N -अन्योन्यक्रियाहीन कणों की एक गैस ताप T पर तापीय साम्यावस्था में है । प्रत्येक कण ऊर्जा की 0, 2ε और 4ε की संभव अनपभ्रष्ट अवस्थाओं में से किसी में भी हो सकता है । जब βε≪1 हो तब गैस के प्रत्येक कण की औसत ऊर्जा है ।*

(1) 2ε (2) 3ε

(3) $2\varepsilon/3$ (4) ε

72. A gas of N non-interacting particles is in thermal equilibrium at temperature T. Each particle can be in any of the possible non-degenerate states of energy 0, 2ε and 4ε. The average energy per particle of the gas, when $\beta\varepsilon \ll 1$, is

(1) 2ε (2) 3ε

(3) $2\varepsilon/3$ (4) ε

73. *27 GeV ऊर्जा का एक इलेक्ट्रान 820 GeV ऊर्जा के प्रोटोन से टकराता है । इस टक्कर में उत्पन्न हो सकने वाले सबसे भारी कण का द्रव्यमान निम्न में से किसके निकट होगा*

(1) 300 GeV (2) 821GeV

(3) 850 GeV (4) 1127 GeV

73. An electron of energy 27 GeV collides with a proton of energy 820 GeV. The heaviest particle which can be produced in this collision has mass close to

(1) 300 GeV (2) 821GeV

(3) 850 GeV (4) 1127 GeV

74. *कोश मॉडल के अनुसार दो नाभिकों* $^{125}_{51}Sb$ *और* $^{89}_{38}Sr$ *की स्पिन और समता क्रमशः हैं*

(1) $\left(\frac{5}{2}\right)^+$ *और* $\left(\frac{5}{2}\right)^+$ (2) $\left(\frac{5}{2}\right)^+$ *और* $\left(\frac{7}{2}\right)^+$

(3) $\left(\frac{7}{2}\right)^+$ *और* $\left(\frac{5}{2}\right)^+$ (4) $\left(\frac{7}{2}\right)^+$ *और* $\left(\frac{7}{2}\right)^+$

74. According to the shell model the spin and parity of the two nuclei $^{125}_{51}Sb$ and $^{89}_{38}Sr$ are, respectively,

(1) $\left(\frac{5}{2}\right)^+$ and $\left(\frac{5}{2}\right)^+$ (2) $\left(\frac{5}{2}\right)^+$ and $\left(\frac{7}{2}\right)^+$

(3) $\left(\frac{7}{2}\right)^+$ and $\left(\frac{5}{2}\right)^+$ (4) $\left(\frac{7}{2}\right)^+$ and $\left(\frac{7}{2}\right)^+$

75. *प्रतीक नाभिकों* $^{49}_{24}Cr$ *और* $^{49}_{25}Mn$ *के बीच कूलम्ब ऊर्जा में अंतर* 6.0 MeV *है। यह कल्पना करते हुए कि नाभिकों में गोलाकार रूप से सममित आवेश वितरण होता है और* e^2 *सन्निकटतः* 1.0 MeV-fm *है, तब* $^{49}_{25}Mn$ *नाभिक की त्रिज्या है*

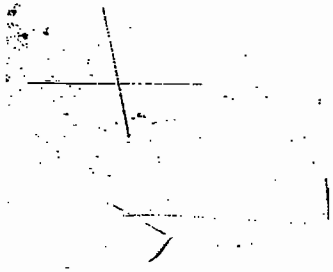
(1) 4.9×10^{-13} m (2) 4.9×10^{-15} m

(3) 5.1×10^{-13} m (4) 5.1×10^{-15} m

75. The difference in the Coulomb energy between the mirror nuclei $^{49}_{24}Cr$ and $^{49}_{25}Mn$ is 6.0 MeV. Assuming that the nuclei have a spherically symmetric charge distribution and that e^2 is approximately 1.0 MeV-fm, the radius of the $^{49}_{25}Mn$ nucleus is

(1) 4.9×10^{-13} m (2) 4.9×10^{-15} m

(3) 5.1×10^{-13} m (4) 5.1×10^{-15} m



2012(D) June

भाग B

21. $x+y+z=5$ से परिभाषित एक तल पर स्थित किसी भी सदिश का लंब सदिश है :

1. $\hat{i}+\hat{j}$
2. $\hat{j}+\hat{k}$
3. $\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$
4. $2\hat{i}+3\hat{j}+5\hat{k}$

22. आव्यूह $A=\begin{pmatrix}1 & 2 & 3\\ 2 & 4 & 6\\ 3 & 6 & 9\end{pmatrix}$ के अभिलक्षणिक मान हैं :

1. (1, 4, 9)
2. (0, 7, 7)
3. (0, 1, 13)
4. (0, 0, 14)

23. $1\le|z|\le 2$ क्षेत्र में $z=1$ के आसपास $\dfrac{1}{(z-1)(z-2)}$ के लॉरेन्ट श्रेणी के पहले कुछ पद हैं :

1. $\frac{1}{2}\left[1+z+z^2+z^3+\ldots\right]\left[1+\frac{z}{2}+\frac{z^2}{4}+\frac{z^3}{8}+\ldots\right]$
2. $\frac{1}{1-z}+z-(1-z)^2+(1-z)^3+\ldots$
3. $\frac{1}{z^2}\left[1+\frac{1}{z}+\frac{1}{z^2}+\ldots\right]\left[1+\frac{2}{z}+\frac{4}{z^2}+\ldots\right]$
4. $2(z-1)+5(z-1)^2+7(z-1)^3+\ldots$

24. किसी निश्चित पदार्थ का विकटनाभिक क्षय माध्य गति λ प्रति सेकण्ड के साथ पास्सों सांख्यिकी का समाधान करती है । सापेक्ष त्रुटि को एक प्रतिशत से कम रखने के लिये विकटनाभिक गणना का न्यूनतम अवकाश (सेकण्ड में) कितनी होनी चाहिए ?

1. $100/\lambda$
2. $10^2/\lambda^2$
3. $10^2/\lambda$
4. $1/\lambda$

PART B

21. A vector perpendicular to any vector that lies on the plane defined by $x+y+z=5$, is

1. $\hat{i}+\hat{j}$
2. $\hat{j}+\hat{k}$
3. $\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}$
4. $2\hat{i}+3\hat{j}+5\hat{k}$

22. The eigenvalues of the matrix $A=\begin{pmatrix}1 & 2 & 3\\ 2 & 4 & 6\\ 3 & 6 & 9\end{pmatrix}$ are

1. (1, 4, 9)
2. (0, 7, 7)
3. (0, 1, 13)
4. (0, 0, 14)

23. The first few terms in the Laurent series for $\dfrac{1}{(z-1)(z-2)}$ in the region $1\le|z|\le 2$, and around $z=1$ is

1. $\frac{1}{2}\left[1+z+z^2+z^3+\ldots\right]\left[1+\frac{z}{2}+\frac{z^2}{4}+\frac{z^3}{8}+\ldots\right]$
2. $\frac{1}{1-z}+z-(1-z)^2+(1-z)^3+\ldots$
3. $\frac{1}{z^2}\left[1+\frac{1}{z}+\frac{1}{z^2}+\ldots\right]\left[1+\frac{2}{z}+\frac{4}{z^2}+\ldots\right]$
4. $2(z-1)+5(z-1)^2+7(z-1)^3+\ldots$

24. The radioactive decay of a certain material satisfies Poisson statistics with a mean rate of λ per second. What should be the minimum duration of counting (in seconds) so that the relative error is less than 1%?

1. $100/\lambda$
2. $10^4/\lambda^2$
3. $10^2/\lambda$
4. $1/\lambda$

25. मानें कि सम्मिश्र चर $z=x+iy$ के एक वैश्लेषिक फलन $f(z)$ का वास्तविक भाग $u(x,y)=x+\frac{1}{2}(x^2-y^2)$ है / $f(z)$ का अधिकल्पित भाग है :

1. $y+xy$
2. xy
3. y
4. y^2-x^2

26. मानें कि $y(x)$, अंतराल 0 व 2π के बीच, एक सतत वास्तविक फलन है एवं वह असमघाती अवकल समीकरण $\sin x\frac{d^2y}{dx^2}+\cos x\frac{dy}{dx}=\delta\left(x-\frac{\pi}{2}\right)$ का समाधान करता है / बिन्दु $x=\pi/2$ पर dy/dx का मूल्य

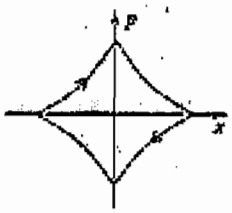
1. सांतत्य है /
2. का असांतत्य 3 है /
3. का सांतत्य 1/3 है /
4. का असांतत्य है 1 /

27. दो संदूकों में क्रमशः 2 काले व 3 सफेद गेंद, एवं 3 काले व 4 सफेद गेंद हैं / इन दोनों संदूकों में से एक से यादृच्छिकतः एक गेंद निकाली जाती है / इस गेंद के सफेद होने की प्रायिकता क्या है ?

1. 34/70
2. 41/70
3. 36/70
4. 29/70

28. एक सामान्य लोलक, जिसका दोलन छोटा है, के गोलक को पानी में डुबाया जाता है / निम्न में से कौन चित्र लोलक के प्रावस्था–समष्टि चित्र का श्रेष्ठतम प्रतिनिधित्व करता है ?

1.



25. Let $u(x,y)=x+\frac{1}{2}(x^2-y^2)$ be the real part of an analytic function $f(z)$ of the complex variable $z=x+iy$. The imaginary part of $f(z)$ is

1. $y+xy$
2. xy
3. y
4. y^2-x^2

26. Let $y(x)$ be a continuous real function in the range 0 and 2π, satisfying the inhomogeneous differential equation:

$\sin x\frac{d^2y}{dx^2}+\cos x\frac{dy}{dx}=\delta\left(x-\frac{\pi}{2}\right)$. The value of dy/dx at the point $x=\pi/2$

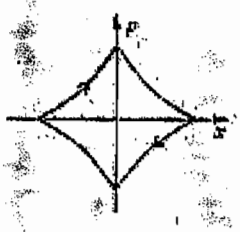
1. is continuous
2. has a discontinuity of 3
3. has a discontinuity of 1/3
4. has a discontinuity of 1

27. A ball is picked at random from one of two boxes that contain 2 black and 3 white and 3 black and 4 white balls respectively. What is the probability that it is white?

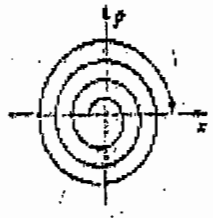
1. 34/70
2. 41/70
3. 36/70
4. 29/70

28. The bob of a simple pendulum, which undergoes small oscillations, is immersed in water. Which of the following figures best represents the phase space diagram for the pendulum?

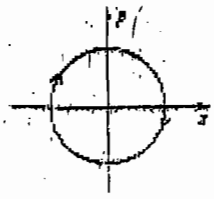
1.



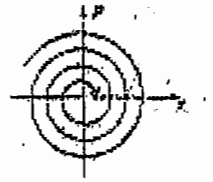
2.



3.



4.



29. आपस में 9×10^9 मी० दूरी पर घटनेवाली दो घटनाएँ एक जड़त्वीय फ्रेम में एककालिक हैं । एक दूसरे फ्रेम, जो 0.8 c की स्थिर गति के साथ (जहाँ $c = 3 \times 10^8$ मी० प्रति से० जो प्रकाश की गति है) चलता है, में इन दोनों घटनाओं के बीच कालांतर होगा :

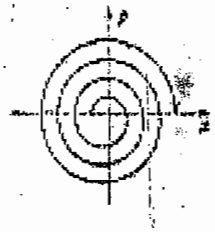
1. 60 से०
2. 40 से०
3. 20 से०
4. 0 से०

30. यदि एक कण, जो एक-विमीय चलन करता है, की लग्रांजी $L = \frac{\dot{x}^2}{2x} - V(x)$ से दिया जाता है, तो उसकी हैमिल्टनी होगी :

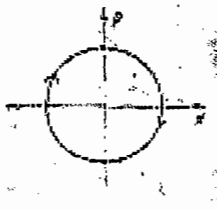
1. $\frac{1}{2}xp^2 + V(x)$
2. $\frac{\dot{x}^2}{2x} + V(x)$
3. $\frac{1}{2}\dot{x}^2 + V(x)$
4. $\frac{p^2}{2x} + V(x)$

31. एक क्षैतिज धरातलाकार प्लेटफार्म एक स्थिर कोणीय गति Ω, जो लम्ब, ऊपरी तरफ है, के साथ घूम रहा है । उसके केन्द्र में स्थित एक आदमी द्रव्यमान m की गोली को v के गति से क्षैतिज दिशा में चलाता है । गोली चलानेवाले के निर्देश फ्रेम में गोली का त्वरण होगा :

2.



3.



4.

29. Two events, separated by a (spatial) distance 9×10^9 m, are simultaneous in one inertial frame. The time interval between these two events in a frame moving with a constant speed 0.8 c (where the speed of light $c = 3 \times 10^8$ m/s) is

1. 60 s
2. 40 s
3. 20 s
4. 0 s

30. If the Lagrangian of a particle moving in one dimensions is given by $L = \frac{\dot{x}^2}{2x} - V(x)$, the Hamiltonian is

1. $\frac{1}{2}xp^2 + V(x)$
2. $\frac{\dot{x}^2}{2x} + V(x)$
3. $\frac{1}{2}\dot{x}^2 + V(x)$
4. $\frac{p^2}{2x} + V(x)$

31. A horizontal circular platform rotates with a constant angular velocity Ω directed vertically upwards. A person seated at the centre shoots a bullet of mass m horizontally with speed v. The acceleration of the bullet, in the reference frame of the shooter, is

1. उसकी दायीं ओर $2\nu\Omega$ /
2. उसकी बायीं ओर $2\nu\Omega$ /
3. उसकी दायीं ओर $\nu\Omega$ /
4. उसकी बायीं ओर $\nu\Omega$ /

32. सदिश विभव $\vec{A}=\frac{1}{2}\vec{F}\times\vec{r}+\frac{10}{r^3}\vec{r}$, जहाँ $\vec{F}$ एक स्थिर सदिश है, से संगत चुंबक क्षेत्र है :

1. $\vec{F}$
2. $-\vec{F}$
3. $\vec{F}+\frac{30}{r^4}\vec{r}$
4. $\vec{F}-\frac{30}{r^4}\vec{r}$

33. एक विद्युतचुम्बकीय तरंग एक पानी–हवा अंतरापृष्ठ पर आपतित होती है / पानी में परावर्तित तरंग के विद्युत क्षेत्र के लम्ब घटक की प्रावस्था सभी आपतन कोण के लिये समान रहता है / चुम्बकीय क्षेत्र $\mathbf{H}$ की प्रावस्था

1. परिवर्तित नहीं होती
2. $3\pi/2$ परिवर्तित होती है
3. $\pi/2$ परिवर्तित होती है
4. π परिवर्तित होती है

34. स्थिर विद्युत धारा I का वहन करता हुआ एक लंबे सीधे तार से R दूरी पर चुम्बकीय क्षेत्र इस अनुपात में होगा :

1. IR
2. I/R^2
3. I^2/R^2
4. I/R

35. प्रचक्रण–$\frac{1}{2}$ वाले एक कण के प्रचक्रण का घटक एक स्वेच्छ दिशा $\hat{n}$, जिसके दिक्कोज्या (n_x, n_y, n_z) हैं में नापा जाता है / परिणाम है :

1. 0
2. $\pm\frac{\hbar}{2}n_z$
3. $\pm\frac{\hbar}{2}(n_x+n_y+n_z)$
4. $\pm\frac{\hbar}{2}$

1. $2\nu\Omega$ to his right
2. $2\nu\Omega$ to his left
3. $\nu\Omega$ to his right
4. $\nu\Omega$ to his left

32. The magnetic field corresponding to the vector potential

$$\vec{A}=\frac{1}{2}\vec{F}\times\vec{r}+\frac{10}{r^3}\vec{r}$$

where $\vec{F}$ is a constant vector, is

1. $\vec{F}$
2. $-\vec{F}$
3. $\vec{F}+\frac{30}{r^4}\vec{r}$
4. $\vec{F}-\frac{30}{r^4}\vec{r}$

33. An electromagnetic wave is incident on a water-air interface. The phase of the perpendicular component of the electric field, $E_\perp$, of the reflected wave into the water is found to remain the same for all angles of incidence. The phase of the magnetic field $\mathbf{H}$

1. does not change
2. changes by $3\pi/2$
3. changes by $\pi/2$
4. changes by π

34. The magnetic field at a distance R from a long straight wire carrying a steady current I is proportional to

1. IR
2. I/R^2
3. I^2/R^2
4. I/R

35. The component along an arbitrary direction $\hat{n}$, with direction cosines (n_x, n_y, n_z), of the spin of a spin $-\frac{1}{2}$ particle is measured. The result is

1. 0
2. $\pm\frac{\hbar}{2}n_z$
3. $\pm\frac{\hbar}{2}(n_x+n_y+n_z)$
4. $\pm\frac{\hbar}{2}$

36. *m द्रव्यमान वाला एक कण a आमाप वाले एक घन संदूक में स्थित है । संदूक के अंदर* $(0 \le x < a,\ 0 \le y < a,\ 0 \le z < a,)$ *विभव शून्य है व बाहर अनंत है । अगर कण ऊर्जा की अभिलक्षणिक स्थिति* $E = \frac{14\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$ *में है तो उसका तरंगफलन है :*

1. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{3\pi x}{a}\sin\frac{5\pi y}{a}\sin\frac{6\pi z}{a}$
2. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{7\pi x}{a}\sin\frac{4\pi y}{a}\sin\frac{3\pi z}{a}$
3. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{4\pi x}{a}\sin\frac{8\pi y}{a}\sin\frac{2\pi z}{a}$
4. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{\pi x}{a}\sin\frac{2\pi y}{a}\sin\frac{3\pi z}{a}$

37. *माने कि गोलीय सममितिक विभव* $V(r)$ *के लिये हैमिल्टनी के अभिलाक्षणिक फलनों को* ψ_{nlm} *निर्दिष्ट करता है । तरंग फलन* $\psi = \frac{1}{4}\left[\psi_{210} + \sqrt{5}\psi_{21-1} + \sqrt{10}\psi_{211}\right]$ *मात्र इसका अभिलक्षणिक फलन होगा :*

1. $H,\ L^2$ व L_z
2. H व L_z
3. H व L^2
4. L^2 व L_z

38. *क्रमविनिमेयक* $\left[x^2, p^2\right]$ *है*

1. $2i\hbar xp$
2. $2i\hbar(xp + px)$
3. $2i\hbar px$
4. $2i\hbar(xp - px)$

39. *d -विमीय अन्योन्य क्रियाहीन कणों की प्रणाली के बारे में निम्नलिखित संबंध* $\varepsilon = Ak^s$ *का अनुसरण करती है, जहाँ* ε *ऊर्जा,* k *तरंग सदिश,* s *एक पूर्णांक व* A *एक स्थिरांक है । स्थिति घनत्व* $N(\varepsilon)$ *इस अनुपात में है :*

1. $\varepsilon^{\frac{s}{d}-1}$
2. $\varepsilon^{\frac{d}{s}+1}$
3. $\varepsilon^{\frac{d}{s}-1}$
4. $\varepsilon^{\frac{s}{d}+1}$

36. A particle of mass m is in a cubic box of size a. The potential inside the box $(0 \le x < a,\ 0 \le y < a,\ 0 \le z < a,)$ is zero and infinite outside. If the particle is in an eigenstate of energy $E = \frac{14\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$, its wavefunction is

1. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{3\pi x}{a}\sin\frac{5\pi y}{a}\sin\frac{6\pi z}{a}$
2. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{7\pi x}{a}\sin\frac{4\pi y}{a}\sin\frac{3\pi z}{a}$
3. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{4\pi x}{a}\sin\frac{8\pi y}{a}\sin\frac{2\pi z}{a}$
4. $\psi = \left(\frac{2}{a}\right)^{3/2} \sin\frac{\pi x}{a}\sin\frac{2\pi y}{a}\sin\frac{3\pi z}{a}$

37. Let ψ_{nlm} denote the eigenfunctions of a Hamiltonian for a spherically symmetric potential $V(r)$. The wavefunction $\psi = \frac{1}{4}\left[\psi_{210} + \sqrt{5}\psi_{21-1} + \sqrt{10}\psi_{211}\right]$ is an eigenfunction only of

1. $H,\ L^2$ and L_z
2. H and L_z
3. H and L^2
4. L^2 and L_z

38. The commutator $\left[x^2, p^2\right]$ is

1. $2i\hbar xp$
2. $2i\hbar(xp + px)$
3. $2i\hbar px$
4. $2i\hbar(xp - px)$

39. Consider a system of non-interacting particles in d dimensions obeying the dispersion relation $\varepsilon = Ak^s$, where ε is the energy, k is the wavevector, s is an integer and A a constant. The density of states, $N(\varepsilon)$, is proportional to

1. $\varepsilon^{\frac{s}{d}-1}$
2. $\varepsilon^{\frac{d}{s}+1}$
3. $\varepsilon^{\frac{d}{s}-1}$
4. $\varepsilon^{\frac{s}{d}+1}$

40. *N समरूप बोसॉन दो ऊर्जा स्तरों के बीच कुल कितने तरीकों में बंटित हो सकते हैं ?*

1. $N+1$ 2. $N(N-1)/2$
3. $N(N+1)/2$ 4. N

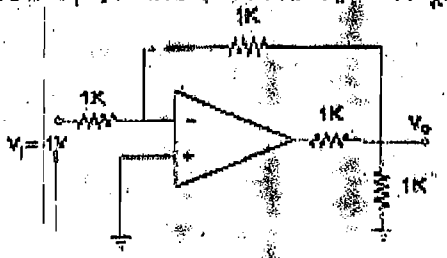
41. *N कणों वाले एक गैस जिसकी आयतन V व तापमान T है, की कुल ऊर्जा है*

$$F = Nk_BT \ln\left[a_0 V (k_BT)^{3/2}/N\right].$$

जहाँ a_0 एक स्थिरांक है व k_B बोल्ट्समैन स्थिरांक को निर्दिष्ट करता है । गैस की आंतरिक ऊर्जा है ।

1. $\frac{3}{2}Nk_BT$
2. $\frac{5}{2}Nk_BT$
3. $Nk_BT \ln\left[a_0 V (k_BT)^{3/2}/N\right] - \frac{3}{2}Nk_BT$
4. $Nk_BT \ln\left[a_0 V/(k_BT)^{3/2}\right]$

42. *निम्न दर्शाये गये सक्रियात्मक प्रवर्धक परिपथ में निवेश वोल्टेज V_i एक वोल्ट है । निर्गत V_0 का मूल्य है :*



1. − 0.33 V 2. − 0.50 V
3. − 1.00 V 4. − 0.25 V

43. *एक प्रकाश उत्सर्जक डायोड (प्र उ डा) अग्रदिशिक बायस में 1.5 V व 5 mA पर सक्रिय है । प्र उ डा की बाहरी क्षमता को 80% मानते हुये, प्रति सेकण्ड कितने फोटान उत्सर्जित होते हैं ?*

1. 5.0×10^{16} 2. 1.5×10^{16}
3. 0.8×10^{16} 4. 2.5×10^{16}

40. The number of ways in which N identical bosons can be distributed in two energy levels, is

1. $N+1$ 2. $N(N-1)/2$
3. $N(N+1)/2$ 4. N

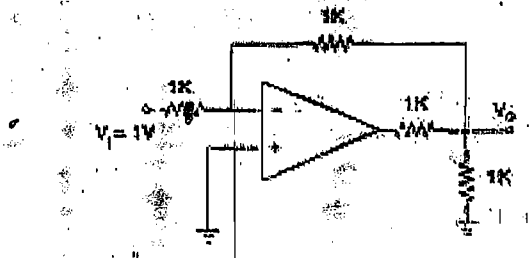
41. The free energy of a gas of N particles in a volume V and at a temperature T is

$$F = Nk_BT \ln\left[a_0 V (k_BT)^{3/2}/N\right],$$

where a_0 is a constant and k_B denotes the Boltzmann constant. The internal energy of the gas is

1. $\frac{3}{2}Nk_BT$
2. $\frac{5}{2}Nk_BT$
3. $Nk_BT \ln\left[a_0 V (k_BT)^{3/2}/N\right] - \frac{3}{2}Nk_BT$
4. $Nk_BT \ln\left[a_0 V/(k_BT)^{3/2}\right]$

42. In the op-amp circuit shown in the figure below, the input voltage V_i is 1 V. The value of the output V_0 is

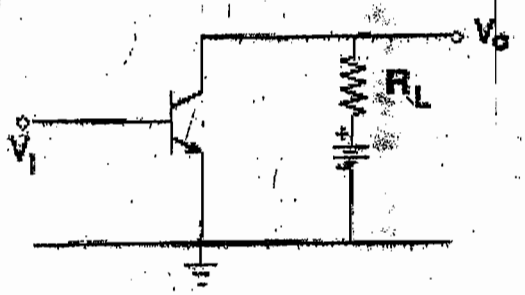


1. − 0.33 V 2. − 0.50 V
3. − 1.00 V 4. − 0.25 V

43. An LED operates at 1.5 V and 5 mA in forward bias. Assuming an 80% external efficiency of the LED, how many photons are emitted per second?

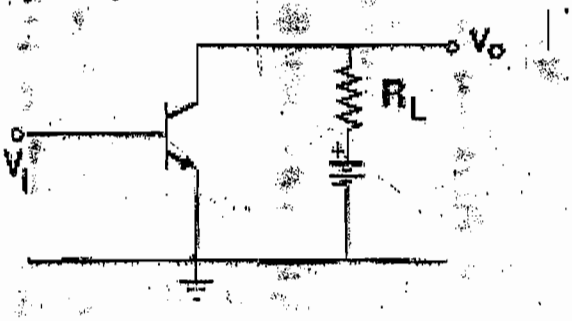
1. 5.0×10^{16} 2. 1.5×10^{16}
3. 0.8×10^{16} 4. 2.5×10^{16}

44. दिये गये परिपथ में ट्रांजिस्टर के $h_{fe} = 35\Omega$ व $h_{ie} = 1000\Omega$ हैं। यदि भार प्रतिरोधक $R_L = 1000\Omega$, तो वोल्टेज व धारा क्रमशः हैं :



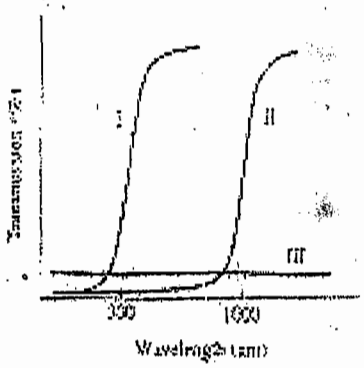
1. -35 व $+35$
2. 35 व -35
3. 35 व -0.97
4. 0.98 व -35

44. The transistor in the given circuit has $h_{fe} = 35\Omega$ and $h_{ie} = 1000\Omega$. If the load resistance $R_L = 1000\Omega$, the voltage and current gain are, respectively,



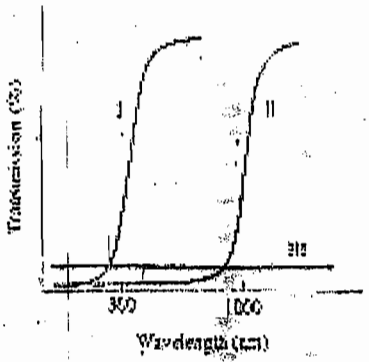
1. -35 and $+35$
2. 35 and -35
3. 35 and -0.97
4. 0.98 and -35

43. धातु, पृथक्कारी व अर्धचालक पतली परतों में प्रयोग में लाये गये पारगमन स्पेक्ट्रा निम्न चित्र में दर्शाये गये हैं। उक्त निष्कर्ष पर पहुँचा जा सकता है कि क्रमशः I, II व III की संगति होगी :



1. पृथक्कारी, अर्धचालक व धातु
2. अर्धचालक, धातु व पृथक्कारी
3. धातु, अर्धचालक व पृथक्कारी
4. पृथक्कारी, धातु व अर्धचालक

45. The experimentally measured transmission spectra of metal, insulator and semiconductor thin films are shown in the figure. It can be inferred that I, II and III correspond, respectively, to



1. insulator, semiconductor and metal
2. semiconductor, metal and insulator
3. metal, semiconductor and insulator
4. insulator, metal and semiconductor

भाग C

46. प्रतिसममितीय आव्यूह $A=\begin{pmatrix} 0 & -n_3 & n_2 \\ n_3 & 0 & -n_1 \\ -n_2 & n_1 & 0 \end{pmatrix}$ जहाँ n_1, n_2 व n_3 मात्रक सदिश के घटक हैं, के अभिलक्षणिक मान हैं :

1. $0, i, -i$
2. $0, 1, -1$
3. $0, 1+i, -1-i$
4. $0, 0, 0$

46. The eigenvalues of the antisymmetric matrix, $A=\begin{pmatrix} 0 & -n_3 & n_2 \\ n_3 & 0 & -n_1 \\ -n_2 & n_1 & 0 \end{pmatrix}$ where n_1, n_2 and n_3 are the components of a unit vector, are

1. $0, i, -i$
2. $0, 1, -1$
3. $0, 1+i, -1-i$
4. $0, 0, 0$

47. निम्न में से किस सीमांत का अस्तित्व है ?

1. $\lim_{N\to\infty}\left(\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{m}+\ln N\right)$
2. $\lim_{N\to\infty}\left(\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{m}-\ln N\right)$
3. $\lim_{N\to\infty}\left(\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{\sqrt{m}}-\ln N\right)$
4. $\lim_{N\to\infty}\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{m}$

47. Which of the following limits exists?

1. $\lim_{N\to\infty}\left(\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{m}+\ln N\right)$
2. $\lim_{N\to\infty}\left(\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{m}-\ln N\right)$
3. $\lim_{N\to\infty}\left(\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{\sqrt{m}}-\ln N\right)$
4. $\lim_{N\to\infty}\sum_{m=1}^{N}\frac{1}{m}$

48. एक थैली में बहुत सी गेंदें हैं, हर एक के ऊपर एक अंक चित्रित है ('n' अंक वाली ठीक-ठीक 'n' गेंदें हैं (अर्थात् 1 अंक वाली 1, 2 अंक वाली 2, ... ऐसे ही N अंकवाली N गेंदों तक) । एक प्रयोग के अंतर्गत, यादृच्छिक रूप से एक गेंद चुनी जाती है, उसका अंक अंकित किया जाता है व वापस की जाती है । इस प्रयोग को बहुत बार दोहराये जाने पर निकाले गये अंक का माध्य मूल्य होगा :

48. Consider a bag containing balls, each ball having a number written on it (exactly 'n' balls having number 'n' (i.e. 1 ball numbered 1, 2 balls numbered 2, ... and so on upto N balls numbered N). In an experiment, one ball is randomly picked up, its number noted and put back in the bag. If the experiment is repeated many times, the average value of the numbers noted will be :

1. $\frac{2N+1}{3}$ 2. $\frac{N}{2}$ 3. $\frac{N+1}{2}$ 4. $\frac{N(N+1)}{2}$

48. A bag contains many balls, each with a number painted on it. There are exactly n balls which have the number n (namely one ball with 1, two balls with 2, and so on until N balls with N on them). An experiment consists of choosing a ball at random, noting the number on it and returning it to the bag. If the experiment is repeated a large number of times, the average value of the number will tend to

1. $\frac{2N+1}{3}$ 2. $\frac{N}{2}$ 3. $\frac{N+1}{2}$ 4. $\frac{N(N+1)}{2}$

49. समाकल $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{t^2-R^2}\cos\left(\frac{rt}{2R}\right)dt$ का मूल्य है :

1. $-2\pi/R$ 2. $-\pi/R$ 3. π/R 4. $2\pi/R$

49. The value of the integral $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{t^2-R^2}\cos\left(\frac{rt}{2R}\right)dt$ is

1. $-2\pi/R$ 2. $-\pi/R$ 3. π/R 4. $2\pi/R$

50. पोसां कोष्टक $\{|\mathbf{r}|, |\mathbf{p}|\}$ का मूल्य है

1. $|\mathbf{r}||\mathbf{p}|$ 2. $\dot{\vec{r}}.\vec{p}$ 3. 3 4. 1

50. The Poisson bracket $\{|\mathbf{r}|, |\mathbf{p}|\}$ has the value

1. $|\mathbf{r}||\mathbf{p}|$ 2. $\dot{\vec{r}}.\vec{p}$ 3. 3 4. 1

51. एक-विमीय द्विकूप विभव $V(x)=\frac{1}{4}(x^2-2)^2$ में चलने वाले एक विरासंक्षित कण के गमन पर विचारें । यदि कण को धनात्मक अक्ष के न्यून से अदशायिक विस्थापन मात्र है (घर्षण की उपेक्षा करते हुये) तो

1. कण दायें कूप में कोणीय आवृत्ति $\omega=\sqrt{2}$ के साथ सरल आवर्त गति पर चलेगा ।
2. कण दायें कूप में कोणीय आवृत्ति $\omega=2$ के साथ सरल आवर्त गति पर चलेगा ।
3. कण दायें से बायें कूपों के बीच स्वच्छन्द डोलेगा ।
4. कण दायें कूप के उत्तलांगार के पास जाकर वहीं रुक जायेगा ।

51. Consider the motion of a classical particle in a one dimensional double-well potential $V(x)=\frac{1}{4}(x^2-2)^2$. If the particle is displaced infinitesimally from the minimum on the positive x-axis (and friction is neglected), then

1. the particle will execute simple harmonic motion in the right well with an angular frequency $\omega = \sqrt{2}$
2. the particle will execute simple harmonic motion in the right well with an angular frequency $\omega = 2$
3. the particle will switch between the right and left wells
4. the particle will approach the bottom of the right well and settle there

52. *एक जड़त्वीय फ्रेम में दो घटनायें 7.5×10^8 मीटर दूरी व 6.5 सेकण्ड समयांतर में घटती हैं, तो इन दोनों घटनाओं के बीच का उचित कालांतर क्या है ?*

1. 6.50 सेकण्ड 2. 6.00 सेकण्ड 3. 5.75 सेकण्ड 4. 5.00 सेकण्ड

52. What is the proper time interval between the occurence of two events if in one inertial frame the events are separated by 7.5×10^8 m and occur 6.5 s apart?

1. 6.50 s 2. 6.00 s 3. 5.75 s 4. 5.00 s

53. *धनात्मक z-दिशा में चलते एक समतल तरंग से वर्णित, एक मुक्त कण एक विभव* $V(r) = \begin{cases} V_0 & \text{यदि } r \le R \\ 0 & \text{यदि } r > R \end{cases}$ *से प्रकीर्णित होता है । यदि R को स्थिर रखते हुये V_0 को $2V_0$ पर परिवर्तित किया जाये, तो बॉर्न सन्निकटीकरण में अंतरावकल प्रकीर्णन अनुप्रस्थ*

1. *अपने पूर्व मूल्य से चौगुना बढ़ता है ।*
2. *अपने पूर्व मूल्य से दुगुना बढ़ता है ।*
3. *अपने पूर्व मूल्य का आधा हो जाता है ।*
4. *अपने पूर्व मूल्य का एक चौथाई हो जाता है ।*

53. A free particle described by a plane wave and moving in the positive z-direction undergoes scattering by a potential

$$V(r) = \begin{cases} V_0 & \text{if } r \le R \\ 0 & \text{if } r > R \end{cases}$$

If V_0 is changed to $2V_0$, keeping R fixed, then the differential scattering cross-section, in the Born approximation,

1. increases to four times the original value
2. increases to twice the original value
3. decreases to half the original value
4. decreases to one fourth the original value

54. *एक-विमीय विभव कूप* $V(x) = \begin{cases} 0 & \text{यदि } |x| \le a \\ \infty & \text{यदि } |x| > a \end{cases}$ *के लिये एक प्रसामान्यीकृत अनुप्रायोगिक तरंग फलन*

$\psi(x) = \frac{\sqrt{15}}{4a^{5/2}}\left(a^2 - x^2\right)$ *के साथ एक विचरण परिकलन किया जाता है । ऊर्जा की निम्नतम अवस्था का आकलन है :*

1. $\frac{2\pi^2}{3ma^2}$ 2. $\frac{3h^2}{2ma^2}$ 3. $\frac{3h^2}{5ma^2}$ 4. $\frac{5h^2}{4ma^2}$

54. A variational calculation is done with the normalized trial wavefunction $\psi(x) = \frac{\sqrt{15}}{4a^{5/2}}(a^2 - x^2)$ for the one-dimensional potential well

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } |x| \le a \\ \infty & \text{if } |x| > a \end{cases}$$

The ground state energy is estimated to be

1. $\frac{5h^2}{3ma^2}$ 2. $\frac{3h^2}{2ma^2}$ 3. $\frac{3h^2}{5ma^2}$ 4. $\frac{5h^2}{4ma^2}$

55. *एक इकाई एक-विमीय डिब्बा*

$$V(x) = \begin{cases} \infty & \text{यदि } x<0 \\ -V_0 & \text{यदि } 0 \le x \le l \\ 0 & \text{यदि } x>l \end{cases}$$

यदि कम-से-कम एक परिबद्ध अवस्था है, तो विभव की न्यूनतम गहराई है :

1. $\frac{h^2\pi^2}{8ml^2}$ 2. $\frac{h^2\pi^2}{2ml^2}$ 3. $\frac{2h^2\pi^2}{ml^2}$ 4. $\frac{h^2\pi^2}{ml^2}$

55. A particle in one-dimension is in the potential

$$V(x) = \begin{cases} \infty & \text{if } x<0 \\ -V_0 & \text{if } 0<x<l \\ 0 & \text{if } x>l \end{cases}$$

If there is at least one bound state, the minimum depth of the potential is

1. $\frac{h^2\pi^2}{8ml^2}$ 2. $\frac{h^2\pi^2}{2ml^2}$ 3. $\frac{2h^2\pi^2}{ml^2}$ 4. $\frac{h^2\pi^2}{ml^2}$

56. *दिगंश कोण निर्देशांक वाली* (r, θ, ϕ) *में दिशा में की जाने वाली संवेग की संक्रिया है ?*

1. $\frac{ih}{\sin^2\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}$ 2. $-ih\frac{\partial}{\partial\theta}$ 3. $\frac{ih}{\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}$ 4. $-ih\sin\theta\frac{\partial}{\partial\theta}$

56. Which of the following is a self-adjoint operator in the spherical polar coordinate system (r, θ, ϕ)?

1. $-\frac{ih}{\sin^2\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}$ 2. $-ih\frac{\partial}{\partial\theta}$ 3. $-\frac{ih}{\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}$ 4. $-ih\sin\theta\frac{\partial}{\partial\theta}$

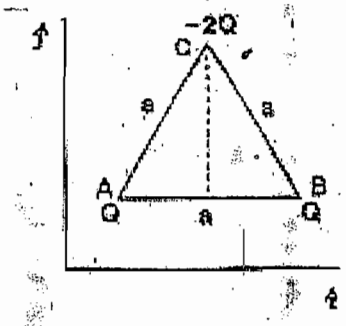
57. निम्न में से कौन लॉरेन्ट्ज निश्चर है ?

1. $|\mathbf{E}\times\mathbf{B}|^2$ 2. $|\mathbf{E}|^2-|\mathbf{B}|^2$ 3. $|\mathbf{E}|^2+|\mathbf{B}|^2$ 4. $|\mathbf{E}|^2|\mathbf{B}|^2$

57. Which of the following quantities is Lorentz invariant?

1. $|\mathbf{E}\times\mathbf{B}|^2$ 2. $|\mathbf{E}|^2-|\mathbf{B}|^2$ 3. $|\mathbf{E}|^2+|\mathbf{B}|^2$ 4. $|\mathbf{E}|^2|\mathbf{B}|^2$

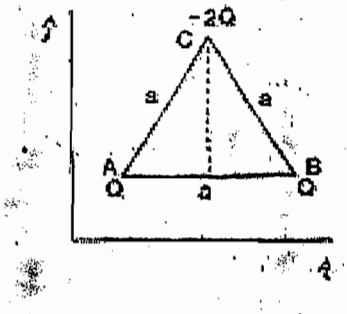
58. पक्ष a के समभुज त्रिकोण ABC के शीर्षों में चित्र में दर्शायेनुसार आवेश Q, Q व $-2Q$ रखे जाते हैं।



मूल–बिन्दु की सापेक्ष–स्थिति इस आवेश संरूपण का द्विध्रुव आघूर्ण है

1. $+2aQ\,\hat{i}$ 2. $+\sqrt{3}aQ\,\hat{j}$ 3. $-\sqrt{3}aQ\,\hat{j}$ 4. 0

58. Charges Q, Q and $-2Q$ are placed on the vertices of an equilateral triangle ABC of sides of length a, as shown in the figure



The dipole moment of this configuration of charges, irrespective of the choice of origin, is

1. $+2aQ\,\hat{i}$ 2. $+\sqrt{3}aQ\,\hat{j}$ 3. $-\sqrt{3}aQ\,\hat{j}$ 4. 0

59. बिन्दु r पर स्थित एक चुम्बकीय आघूर्ण m के कारण होने वाले चुम्बकीय सदिश विभव $A = \frac{m \times r}{r^3}$ है । यदि m धनात्मक z अक्ष की दिशा में है तो बिन्दु r पर चुम्बकीय क्षेत्र का x घटक है :

1. $\frac{3mxz}{r^5}$
2. $-\frac{3mxy}{r^5}$
3. $\frac{3mx^2z}{r^5}$
4. $\frac{3m(z^2-xy)}{r^5}$

59. The vector potential A due to a magnetic moment m at a point r is given by $A = \frac{m \times r}{r^3}$. If m is directed along the positive z-axis, the x-component of the magnetic field, at the point r, is

1. $\frac{3mxz}{r^5}$
2. $-\frac{3mxy}{r^5}$
3. $\frac{3mxz}{r^5}$
4. $\frac{3m(z^2-xy)}{r^5}$

60. एक प्रणाली के कंपन के आवृत्तियाँ ω_1 व $\omega_2 = 2\omega_1$ के साथ दो असमान्य विधायें हैं । तापमान T पर प्रणाली की ऊर्जा $4\hbar\omega_1$ से कम होने की प्रायिकता क्या है ? (निम्न में $x = e^{-\beta\hbar\omega_1}$ व Z प्रणाली का संविभाजन फलन है)

1. $x^{3/2}(x+2x^2)/Z$
2. $x^{3/2}(1+x+x^2)/Z$
3. $x^{3/2}(1+2x^2)/Z$
4. $x^{3/2}(1+x+2x^2)/Z$

60. A system has two normal modes of vibration, with frequencies ω_1 and $\omega_2 = 2\omega_1$. What is the probability that at temperature T, the system has an energy less than $4\hbar\omega_1$?
[In the following $x = e^{-\beta\hbar\omega_1}$ and Z is the partition function of the system.]

1. $x^{3/2}(x+2x^2)/Z$
2. $x^{3/2}(1+x+x^2)/Z$
3. $x^{3/2}(1+2x^2)/Z$
4. $x^{3/2}(1+x+2x^2)/Z$

61. एक लौहचुम्बक का चुम्बकन M, तापमान T व चुम्बकीय क्षेत्र H के फलन के रूप में समीकरण $M = \tanh\left(\frac{T_c}{T}M + \frac{H}{T}\right)$ से परिभाषित है । इस पदार्थ में शून्य क्षेत्र चुम्बकीय प्रवृत्ति $M(0) = M(H=0)$ के अनुसार इस प्रकार दिया जाता है :

1. $\frac{1-M^2(0)}{T-T_c\left(1-M^2(0)\right)}$ 2. $\frac{1-M^2(0)}{T-T_c}$

3. $\frac{1-M^2(0)}{T+T_c}$ 4. $\frac{1-M^2(0)}{T}$

61. The magnetization M of a ferromagnet, as a function of the temperature T and the magnetic field H, is described by the equation $M = \tanh\left(\frac{T_c}{T}M + \frac{H}{T}\right)$. In these units, the zero-field magnetic susceptibility in terms of $M(0)=M(H=0)$ is given by

1. $\frac{1-M^2(0)}{T-T_c\left(1-M^2(0)\right)}$ 2. $\frac{1-M^2(0)}{T-T_c}$

3. $\frac{1-M^2(0)}{T+T_c}$ 4. $\frac{1-M^2(0)}{T}$

62. *द्रवीय He^4 जो परिवेशी दाब में 2.17 K पर रखा गया है, में बोस संघनन संभवित होता है । बायकी He^4, जिसका घनत्व द्रवीय He^4 से एक हजार गुना कम है, में किस तापमान पर बोस संघनन संभवित होगा ? (माने कि वह परिपूर्ण बोस गैस है)*

1. 2.17 mK 2. 21.7 mK 3. 21.7 μK 4. 2.17 μK

62. Bose condensation occurs in liquid He^4 kept at ambient pressure at 2.17 K. At which temperature will Bose condensation occur in He^4 in gaseous state, the density of which is 1000 times smaller than that of liquid He^4?
(Assume that it is a perfect Bose gas.)

1. 2.17 mK 2. 21.7 mK 3. 21.7 μK 4. 2.17 μK

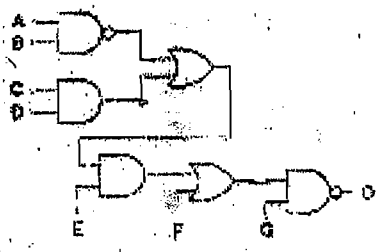
63. *एक कोटर, जिसकी भित्तियाँ तापमान T पर हैं, के अंदर स्थित कृष्णिका विकिरण के बारे में विचारें । यदि भित्तियों के तापमान को $2T$ तक बढ़ाया जाय, व विकिरण को नये तापमान पर साम्यावस्था पर आने दिया जाय, तो विकिरण की एन्ट्रोपी इतनी गुना बढ़ती है :*

1. 2 2. 4 3. 8 4. 16

63. Consider black body radiation contained in a cavity whose walls are at temperature T. The radiation is in equilibrium with the walls of the cavity. If the temperature of the walls is increased to $2T$ and the radiation is allowed to come to equilibrium at the new temperature, the entropy of the radiation increases by a factor of

1. 2 2. 4 3. 8 4. 16

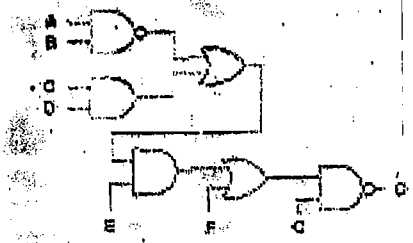
64. दिये गये परिपथ में दशायें I व II में निर्गत O क्रमशः होंगे :
(जहाँ दशा I : A, B = 1; C, D = 0; E, F = 1 व G = 0
दशा II : A, B = 0; C, D = 0; E, F = 0 व G = 1)



1. 1, 0 2. 0, 1 3. 0, 0 4. 1, 1

64. The output, O, of the given circuit in cases I and II, where

Case I : A, B = 1; C, D = 0; E, F = 1 and G = 0
Case II : A, B = 0; C, D = 0; E, F = 0 and G = 1
are, respectively



1. 1, 0 2. 0, 1 3. 0, 0 4. 1, 1

65. एक प्रतिरोध डाट प्रमापी को एक इस्पाती पुरजे के साथ जोड़कर 1000 किग्रा प्रति वर्ग मीटर का तनाव दे उत्पन्न करना जाता है । यदि प्रमापी गुणक 3 है व इस्पात की प्रत्यास्थता गुणांक 2×10^{10} किग्रा/मी प्रति वर्ग मीटर है, तो दिये गये तनाव के कारण डाट प्रमापी के प्रतिरोध में हुये प्रभाजी परिवर्तन हैं :

(सूचना : प्रमापी गुणक प्रतिरोध के प्रभाजी परिवर्तन व लम्बाई के प्रभाजी परिवर्तन के अनुपात के रूप में परिभाषित है)

1. 1.5×10^{-7} 2. 3.0×10^{-7} 3. 0.16×10^{-10} 4. 0.5×10^{-7}

65. A resistance strain gauge is fastened to a steel fixture and subjected to a stress of 1000 kg/m^2. If the gauge factor is 3 and the modulus of elasticity of steel is 2×10^{10} kg/m^2, then the fractional change in resistance of the strain gauge due to the applied stress is

(Note: The gauge factor is defined as the ratio of the fractional change in resistance to the fractional change in length.)

1. 1.5×10^{-7} 2. 3.0×10^{-7} 3. 0.16×10^{-10} 4. 0.5×10^{-7}

66. आयाम 1 V व आवृत्ति f_0 के एक ज्यावक्रीय तरंग रूप पर विचार करें। किसी स्वेच्छ प्रारंभिक काल से शुरू करते हुये तरंग रूप के $1/(2f_0)$ कालांतर में प्रतिदर्श निकाले जाते हैं। यदि संगत फूरिये स्पेक्ट्रम आवृत्ति $\overline{f}$ व आयाम $\overline{A}$ में शिखरित होता है तो

1. $\overline{f} = 2f_0$ व $\overline{A} = 1$ V
2. $\overline{f} = f_0$ व $0 \le \overline{A} \le 1$ V
3. $\overline{f} = 0$ व $\overline{A} = 1$ V
4. $\overline{f} = \frac{f_0}{2}$ व $\overline{A} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ V

66. Consider a sinusoidal waveform of amplitude 1 V and frequency f_0. Starting from an arbitrary initial time, the waveform is sampled at intervals of $1/(2f_0)$. If the corresponding Fourier spectrum peaks at a frequency $\overline{f}$ and an amplitude $\overline{A}$, then

1. $\overline{f} = 2f_0$ and $\overline{A} = 1$ V
2. $\overline{f} = f_0$ and $0 \le \overline{A} \le 1$ V
3. $\overline{f} = 0$ and $\overline{A} = 1$ V
4. $\overline{f} = \frac{f_0}{2}$ and $\overline{A} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ V

67. $^{12}C^{16}O$ का प्रथम अवशोषण स्पेक्ट्रम 3.842 सेमी$^{-1}$ पर है, जबकि $^{13}C^{16}O$ का 3.673 सेमी$^{-1}$ पर है। उनके जड़त्व आघूर्णों की अनुपात है :

1. 1.851
2. 1.286
3. 1.046
4. 1.038

67. The first absorption spectrum of $^{12}C^{16}O$ is at 3.842 cm^{-1} while that of $^{13}C^{16}O$ is at 3.673 cm^{-1}. The ratio of their moments of inertia is

1. 1.851
2. 1.286
3. 1.046
4. 1.038

68. एक परमाणु में प्रचक्रण–कक्षा अन्योन्यक्रिया $H = a\mathbf{L}.\mathbf{S}$ से दिया जाता है, जहाँ $\mathbf{L}$ व $\mathbf{S}$ क्रमशः इलेक्ट्रोन के कक्षीय व प्रचक्रण कोणीय संवेग हैं। स्तरों $^2P_{3/2}$ व $^2P_{1/2}$ के बीच विपाटन है :

1. $\frac{3}{2}a\hbar^2$
2. $\frac{1}{2}a\hbar^2$
3. $3a\hbar^2$
4. $\frac{5}{2}a\hbar^2$

68. The spin-orbit interaction in an atom is given by $H = a\mathbf{L}.\mathbf{S}$, where $\mathbf{L}$ and $\mathbf{S}$ denote the orbital and spin angular momenta, respectively, of the electron. The splitting between the levels $^2P_{3/2}$ and $^2P_{1/2}$ is

1. $\frac{3}{2}a\hbar^2$
2. $\frac{1}{2}a\hbar^2$
3. $3a\hbar^2$
4. $\frac{5}{2}a\hbar^2$

69. $J=1$ से $J=0$ अवस्थाओं पर होने वाले परमाणविक संक्रमण से संगत स्पेक्ट्रल रेखा 1 kG चुम्बकीय क्षेत्र में 1.6×10^{-3} Å से विच्छेदित तीन घटकों में विपाटित होती है । यदि शून्य क्षेत्र स्पेक्ट्रल रेखा 1849 Å से संगत है, $J=1$ अवस्था का g-गुणक क्या है ? (आप $\frac{hc}{\mu_B}\approx2\times10^4$ सेण्टीमीटर का उपयोग कर सकते हैं)

1. 2 2. 3/2 3. 1 4. 1/2

69. The spectral line corresponding to an atomic transition from $J=1$ to $J=0$ states splits in a magnetic field of 1 kG into three components separated by 1.6×10^{-3} Å. If the zero field spectral line corresponds to 1849 Å, what is the g-factor corresponding to the $J=1$ state? (You may use $\frac{hc}{\mu_0}\approx2\times10^4$ cm.)

1. 2 2. 3/2 3. 1 4. 1/2

70. एक स्फटिक से जालक रिक्ति को रचना हेतु 1 eV की ऊर्जा की आवश्यकता है । जब स्फटिक 1200 K व 300 K तापमान में क्रमशः साम्यावस्था में है, रिक्तियों की संख्या घनत्व का अनुपात $n(1200\text{K})/n(300\text{K})$ लगभग है :

1. $\exp(-30)$ 2. $\exp(-15)$ 3. $\exp(15)$ 4. $\exp(30)$

70. The energy required to create a lattice vacancy in a crystal is equal to 1 eV. The ratio of the number densities of vacancies $n(1200\text{K})/n(300\text{K})$, when the crystal is at equilibrium at 1200 K and 300 K, respectively, is approximately

1. $\exp(-30)$ 2. $\exp(-15)$ 3. $\exp(15)$ 4. $\exp(30)$

71. एक ठोस पदार्थ में फोनानों का परिक्षेपण संबन्ध $\omega^2(k)=\omega_0^2\left(3-\cos k_x a-\cos k_y a-\cos k_z a\right)$ से दिया जाता है । अधिक तरंगदैर्घ्य में फोनानों की गति है :

1. $\omega_0 a/\sqrt{3}$ 2. $\omega_0 a$ 3. $\sqrt{3}\omega_0 a$ 4. $\omega_0 a/\sqrt{2}$

71. The dispersion relation of phonons in a solid is given by
$$\omega^2(k)=\omega_0^2\left(3-\cos k_x a-\cos k_y a-\cos k_z a\right).$$
The velocity of the phonons at large wavelength is

1. $\omega_0 a/\sqrt{3}$ 2. $\omega_0 a$ 3. $\sqrt{3}\omega_0 a$ 4. $\omega_0 a/\sqrt{2}$

72. L लम्बाई की एक संदूक में आवर्ती सीमा प्रतिबंध $\psi(x)=\psi(x+L)$ के साथ रहते एक इलेक्ट्रॉन के बारे में विचारें । यदि इलेक्ट्रॉन $\psi_k(x)=\frac{1}{\sqrt{L}}e^{ikx}$ अवस्था में ऊर्जा $\varepsilon_k=\frac{\hbar^2k^2}{2m}$ के साथ है, तो जब उस पर एक निर्बल आवर्ती विभव $V(x)=V_0\cos gx$ लगाया जाता है, जहाँ g, $2\pi/L$ का एक पूर्णांक बहुगुण है, दूसरी कोटि के क्षोभ सिद्धांत के अनुसार उसकी ऊर्जा की संशुद्धि क्या है ?

1. $V_0^2\varepsilon_g/\varepsilon_k^2$
2. $-\frac{mV_0^2}{2\hbar^2}\left(\frac{1}{g^2+2kg}+\frac{1}{g^2-2kg}\right)$
3. $V_0^2(\varepsilon_k-\varepsilon_g)/\varepsilon_g^2$
4. $V_0^2/(\varepsilon_k+\varepsilon_g)$

72. Consider an electron in a box of length L with periodic boundary condition $\psi(x)=\psi(x+L)$. If the electron is in the $\psi_k(x)=\frac{1}{\sqrt{L}}e^{ikx}$ with energy $\varepsilon_k=\frac{\hbar^2k^2}{2m}$, what is the correction to its energy, to second order of perturbation theory, when it is subjected to a weak periodic potential $V(x)=V_0\cos gx$, where g is an integral multiple of the $2\pi/L$?

1. $V_0^2\varepsilon_g/\varepsilon_k^2$
2. $-\frac{mV_0^2}{2\hbar^2}\left(\frac{1}{g^2+2kg}+\frac{1}{g^2-2kg}\right)$
3. $V_0^2(\varepsilon_k-\varepsilon_g)/\varepsilon_g^2$
4. $V_0^2/(\varepsilon_k+\varepsilon_g)$

73. $^{207}_{82}$Pb नाभिक की निम्नतम अवस्था का प्रचक्रण समुदाय $J^P=\frac{1}{2}^-$ है, जबकि पहली उत्तेजित अवस्था का $J^P=\frac{5}{2}^-$ है । जब नाभिक पहली उत्तेजित अवस्था से निम्नतम अवस्था में संक्रमण करता है तो उत्सर्जित विद्युत चुम्बकीय विकिरण हैं :

1. E2 व E3
2. M2 व E3
3. E2 व M3
4. M2 व M3

73. The ground state of $^{207}_{82}$Pb nucleus has spin-parity $J^P=\frac{1}{2}^-$, while the first excited state has $J^P=\frac{5}{2}^-$. The electromagnetic radiation emitted when the nucleus makes a transition from the first excited state to the ground state are

1. E2 and E3
2. M2 and E3
3. E2 and M3
4. M2 and M3

74. निम्न प्रक्रियाओं में प्रभावी अन्योन्यक्रियायें हैं -

A. $K^- + p \rightarrow \Sigma^- + \pi^+$
B. $\mu^+ + \mu^+ \rightarrow K^+ + K^+$
C. $\Sigma^+ \rightarrow p + \pi^0$

1. A: प्रबल, B: विद्युतचुम्बकीय व C: निर्बल
2. A: प्रबल, B: निर्बल व C: निर्बल
3. A: निर्बल, B: विद्युतचुम्बकीय व C: प्रबल
4. A: निर्बल, B: विद्युतचुम्बकीय व C: निर्बल

74. The dominant interactions underlying the following processes

D. $K^- + p \rightarrow \Sigma^- + \pi^+$
E. $\mu^+ + \mu^+ \rightarrow K^+ + K^+$
F. $\Sigma^+ \rightarrow p + \pi^0$

are

1. A: strong, B: electromagnetic and C: weak
2. A: strong, B: weak and C: weak
3. A: weak, B: electromagnetic and C: strong
4. A: weak, B: electromagnetic and C: weak

75. यदि द्रव्यमान m_H का हिग्ग्स बोसान जो गति $\beta = \frac{v}{c}$ के साथ, चल रहा है, उसकी एक युग्म फोटानों में क्षय होती है तो फोटान युग्म का निश्चर द्रव्यमान है : [टिप्पणी : चाल-संदेश p_1 व p_2 के दो कणों की प्रणाली का निश्चर द्रव्यमान $(p_1 + p_2)^2$ है]

1. βm_H
2. m_H
3. $m_H / \sqrt{1-\beta^2}$
4. $\beta m_H / \sqrt{1-\beta^2}$

75. If a Higgs boson of mass m_H moving with a speed $\beta = \frac{v}{c}$ decays into a pair of photons, then the invariant mass of the photon pair is

[Note: The invariant mass of a system of two particles, with four-momenta p_1 and p_2 is $(p_1 + p_2)^2$.]

1. βm_H
2. m_H
3. $m_H / \sqrt{1-\beta^2}$
4. $\beta m_H / \sqrt{1-\beta^2}$

JUNE 2012 JRF NET EXAM ANSWER KEY ON THE BASIS OF WHICH NET RESULT HAS BEEN DECLARED

PHYSICAL SCIENCES

उत्तर-पत्र / ANSWER SHEET

क्रमांक Serial No.

Roll Number | Booklet Code | Medium | Subject Code | Centre Code

Booklet Code: A

Medium: H

Subject Code: 5

पृष्ठ - 2
SIDE - 2

अन्वीक्षक के लिए निर्देश
INSTRUCTION FOR INVIGILATOR

कृपया हस्ताक्षर करने से पहले रोल नंबर, प्रश्न पुस्तिका कोड, विषय कोड, केन्द्र कोड व परीक्षार्थी के हस्ताक्षर की जांच कर लें।
Check Roll Number, Booklet Code, Subject Code, Centre Code & Signature of Candidate before signing.

अन्वीक्षक के हस्ताक्षर / Signature of Invigilator

USE DARK BALL POINT PEN ONLY

ANSWER COLUMNS

PART 'A'

प्र.क्र. Q.No.	उत्तर / ANSWER (1)	(2)	(3)	(4)
1	○	○	○	●
2	○	○	●	○
3	○	○	○	●
4	○	●	○	○
5	○	○	●	○
6	●	○	○	○
7	○	●	○	○
8	○	●	○	○
9	○	●	○	○
10	○	●	○	○
11	●	○	○	○
12	○	○	○	●
13	○	●	○	○
14	●	○	○	○
15	○	●	○	○
16	○	○	○	●
17	●	○	○	○
18	○	○	●	○
19	○	○	●	○
20	○	○	●	○

PART 'B'

प्र.क्र. Q.No.	उत्तर / ANSWER (1)	(2)	(3)	(4)
21	○	○	●	○
22	○	○	○	●
23	○	●	○	○
24	○	○	●	○
25	●	○	○	○
26	○	○	○	●
27	○	●	○	○
28	○	○	○	●
29	○	●	○	○
30	●	○	○	○
31	●	○	○	○
32	●	○	○	○
33	○	○	○	●
34	○	○	○	●
35	○	○	○	●
36	○	○	○	●
37	○	○	●	○
38	○	●	○	○
39	○	○	●	○
40	●	○	○	○
41	○	●	○	○
42	○	○	●	○
43	○	○	○	●
44	●	○	○	○
45	●	○	○	○

PART 'C'

प्र.क्र. Q.No.	उत्तर / ANSWER (1)	(2)	(3)	(4)
46	●	○	○	○
47	○	●	○	○
48	●	○	○	○
49	●	○	○	○
50	○	●	○	○
51	●	●	○	○
52	○	●	○	○
53	●	○	○	○
54	○	○	○	●
55	●	○	○	○
56	○	○	●	○
57	○	●	○	○
58	○	○	●	○
59	○	○	●	○
60	○	○	○	●
61	●	○	○	○
62	○	●	○	○
63	○	○	●	○
64	○	○	○	●
65	●	○	○	○
66	○	●	○	○
67	○	○	●	○
68	●	○	○	○
69	○	○	●	○
70	○	○	○	●
71	○	○	○	●
72	○	●	○	○
73	○	○	●	○

प्र.क्र. Q.No.	उत्तर / ANSWER (1)	(2)	(3)	(4)
74	●	○	○	○
75	○	●	○	○

Note: Roll Number, Subject Code & Centre Code should be filled in the boxes using the pattern given as:

Sr.No. 13051

E

SUBJECT CODE 5 BOOKLET CODE A

2012 (II)
PHYSICAL SCIENCES
TEST BOOKLET

Time : 3:00 Hours

Maximum Marks: 200

INSTRUCTIONS

1. **You have opted for English as medium of Question Paper.** This Test Booklet contains seventy five (20 Part'A'+25 Part 'B' + 30 Part 'C') Multiple Choice Questions (MCQs). You are required to answer a maximum of 15, 20 and 20 questions from part 'A' 'B' and 'C' respectively. If more than required number of questions are answered, only first 15, 20 and 20 questions in Parts 'A' 'B' and 'C' respectively, will be taken up for evaluation.
2. Answer sheet has been provided separately. Before you start filling up your particulars, please ensure that the booklet contains requisite number of pages and that these are not torn or mutilated. If it is so, you may request the Invigilator to change the booklet. Likewise, check the answer sheet also. Sheets for rough work have been appended to the test booklet.
3. Write your Roll No., Name, Your address and Serial Number of this Test Booklet on the Answer sheet in the space provided on the side 1 of Answer sheet. Also put your signatures in the space identified.
4. **You must darken the appropriate circles with a pencil related to Roll Number, Subject Code, Booklet Code and Centre Code on the OMR answer sheet. It is the sole responsibility of the candidate to meticulously follow the instructions given on the Answer Sheet, failing which, the computer shall not be able to decipher the correct details which may ultimately result in loss, including rejection of the OMR answer sheet.**
5. Each question in Part 'A' carries 2 marks, Part 'B' 3.5 marks and Part 'C' 5 marks respectively. There will be negative marking @ 25% for each wrong answer.
6. Below each question in Part 'A', 'B' and 'C' four alternatives or responses are given. Only one of these alternatives is the "correct" option to the question. You have to find, for each question, the correct or the best answer.
7. Candidates found copying or resorting to any unfair means are liable to be disqualified from this and future examinations.
8. Candidate should not write anything anywhere except on answer sheet or sheets for rough work.
9. After the test is over, you MUST hand over the Test Booklet and the answer sheet (OMR) to the invigilator.
10. Use of calculator is not permitted.

Roll No.....

Name .....

I have verified all the information filled in by the candidate.

.....
Signature of the Invigilator

SCIENCES

ANSWER SHEET

Serial No.

पृष्ठ - 2
SIDE - 2

Roll Number | Booklet Code | Medium | Subject Code | Centre Code

Booklet Code: A

Medium: H, E

Subject Code: 5

अन्वीक्षक के लिए निर्देश
INSTRUCTION FOR INVIGILATOR

कृपया हस्ताक्षर करने से पहले रोल नंबर, प्रश्न पुस्तिका कोड, विषय कोड, केन्द्र कोड व परीक्षार्थी के हस्ताक्षर की जांच कर लें।

Check Roll Number, Booklet Code, Subject Code, Centre Code & Signature of Candidate before signing.

अन्वीक्षक के हस्ताक्षर / Signature of Invigilator

USE DARK HB PENCIL ONLY

ANSWER COLUMNS

PART 'A'

प्रश्न Q.No	उत्तर / ANSWER 1	2	3	4
1	○	○	●	○
2	○	○	○	●
3	●	○	○	○
4	○	●	○	○
5	●	○	○	○
6	○	●	○	○
7	○	●	○	○
8	○	●	○	○
9	○	○	●	○
10	●	○	○	○
11	○	●	○	○
12	○	●	○	○
13	○	○	●	○
14	●	○	○	○
15	○	●	○	○
16	○	●	○	○
17	○	○	●	○
18	○	○	●	○
19	○	○	●	○
20	○	○	●	○

PART 'B'

प्रश्न Q.No	उत्तर / ANSWER 1	2	3	4
21	○	○	●	○
22	●	○	○	○
23	○	○	○	●
24	●	○	○	○
25	○	○	○	●
26	○	○	○	●
27	○	○	●	○
28	○	○	○	●
29	●	○	○	○
30	○	○	●	○
31	○	●	○	○
32	○	○	●	○
33	●	○	○	○
34	○	○	○	●
35	●	○	○	○
36	○	○	○	●
37	○	○	●	○
38	○	○	●	○
39	○	●	○	○
40	○	○	●	○
41	●	○	○	○
42	○	●	○	○
43	○	○	○	●
44	●	○	○	○
45	○	○	○	●

PART 'C'

प्रश्न Q.No	उत्तर / ANSWER 1	2	3	4
46	○	●	○	○
47	●	○	○	○
48	●	○	○	○
49	○	○	●	○
50	○	○	○	●
51	●	○	○	○
52	○	○	●	○
53	○	●	○	○
54	○	○	●	○
55	○	○	○	●
56	○	○	●	○
57	○	○	●	○
58	○	○	○	●
59	●	○	○	○
60	○	○	●	○
61	○	●	○	○
62	○	●	○	○
63	○	○	○	●
64	○	●	○	○
65	○	●	○	○
66	○	○	○	●
67	○	●	○	○
68	●	○	○	○
69	○	○	●	○
70	○	○	●	○
71	○	○	○	●
72	●	○	○	○
73	○	○	○	●

प्रश्न Q.No	उत्तर / ANSWER 1	2	3	4
74	○	○	●	○
75	○	●	○	○

Note: Roll Number, Subject Code & Centre Code should be filled in the boxes using the pattern given as:

भाग / PART A

1. *2 मी. × 5 मी. × 3 मी. आमाप के एक ग्रैनाइट प्रशोत्थ को 2 मी. ×5 मी. आमाप के 5 से.मी. मोटे पट्टों में काटा जाता है। इन पट्टों को 2 मी. चौड़ी पटरी पर रखा जाता है। इन पट्टों से पटरी की कितनी लम्बाई को ढका जा सकता है?*

A granite block of 2 m × 5 m × 3 m size is cut into 5 cm thick slabs of 2 m × 5 m size. These slabs are laid over a 2 m wide pavement. What is the length of the pavement that can be covered with these slabs?

(1) 100 मी./m (2) 200 मी./m (3) 300 मी./m (4) 500 मी./m

2. *निम्न में से कौन–सा न्यूनतम है?*

Which is the least among the following?

$0.33^{0.33}$, $0.44^{0.44}$, $\pi^{-1/\pi}$, $e^{-1/e}$

(1) $0.33^{0.33}$ (2) $0.44^{0.44}$ (3) $\pi^{-1/\pi}$ (4) $e^{-1/e}$

3 *इसे 'देखो और बताओ' क्रम की अगली संख्या क्या है?*

What is the next number in this "see and tell" sequence?

1 11 21 1211 111221 _____

(1) 312211 (2) 1112221 (3) 1112222 (4) 1112131

4 *भुजा a एक क्षैतिज सममित षड्भुजाकार जमीन के केन्द्र में a लम्बाई का एक ऊर्ध्वाधर खम्भा खड़ा है। जमीन पर स्थित एक शीर्ष तथा खम्भे की नोक के बीच कसकर बंधे हुये रस्से की लम्बाई होगी*

A vertical pole of length a stands at the centre of a horizontal regular hexagonal ground of side a. A rope that is fixed taut in between a vertex on the ground and the tip of the pole has a length

(1) a (2) $\sqrt{2a}$ (3) $\sqrt{3a}$ (4) $\sqrt{6a}$

5. 12 मी. ऊंचे वृक्ष पर बैठा एक मोर वृक्ष की ऊंचाई के तिगुनी दूरी से उसी वृक्ष के नीचे स्थित अपने बिल की ओर जाते हुये एक सर्प को देखता है। मोर उस सर्प की तरफ एक सीधी रेखा में उड़ता है तथ मोर व सर्प दोनों की गतियां समान हैं। वृक्ष के मूल से किस दूरी पर मोर सर्प को पकड़ेगा?

A peacock perched on the top of a 12 m high tree spots a snake moving towards its hole at the base of the tree from a distance equal to thrice the height of the tree. The peacock flies towards the snake in a straight line and they both move at the same speed. At what distance from the base of the tree will the peacock catch the snake?

(1) 16 मी./m (2) 18 मी./m (3) 14 मी./m (4) 12 मी./m

6. एक राष्ट्र के नगर अंतर्राजीय सड़कों से जुड़े हैं। यदि कोई नगर विषम संख्या के अन्य नगरों से सीधे जुड़ा है है तो उसे विषम नगर माना जाता है। यदि कोई नगर सम संख्या के अन्य नगरों से सीधे जुड़ा है, तो उसे सम नगर माना जाता है। तो निम्न में से कौन–सा असंभव है?

The cities of a country are connected by intercity roads. If a city is directly connected to an odd number of other cities, it is called an odd city. If a city is directly connected to an even number of other cities, it is called an even city. Then which of the following is impossible?

1. विषम नगरों की संख्या सम है। / There are an even number of odd cities
2. विषम नगरों की संख्या विषम है। / There are an odd number of odd cities
3. सम नगरों की संख्या सम है। / There are an even number of even cities
4. सम नगरों की संख्या विषम है। / There are an odd number of even cities

7. चित्र में $\angle ABC = \pi/2$ तथा

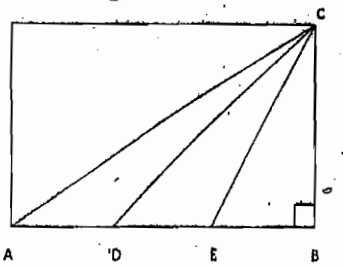
$$AD = DE = EB$$

त्रिकोण ADC तथा त्रिकोण CDB के क्षेत्रफलों की अनुपात क्या है?

In the figure $\angle ABC = \pi/2$

$$AD = DE = EB$$

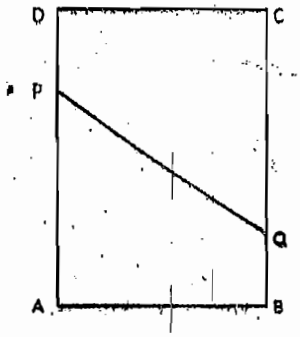
What is the ratio of the area of triangle ADC to that of triangle CDB?



(1) 1:1 (2) 1:2 (3) 1:3 (4) 1:4

8. एक आयातकार कागज़ ABCD इस तरह तहाया जाता है कि शीर्ष A शीर्ष C से इस प्रकार मिलता है कि एक रेखा PQ बन जाती है। यह मानते हुए कि AB=3 तथा BC=4, PQ को ढूंढें। ध्यान दें कि AP=PC तथा AQ=QC

A rectangular sheet ABCD is folded in such a way that vertex A meets vertex C, thereby forming a line PQ. Assuming AB= 3 and BC=4, find PQ. Note that AP = PC and AQ = QC.



(1) 13/4 (2) 15/4 (3) 17/4 (4) 19/4

9. 1 मि.मी. व्यास का एक तार, जो एक बंध सपाटी कुंडली जिसके फेरों के बीच कोई दरार नहीं है, के आकार में एक मेज पर रखा गया है। कुंडली से छादित मेज का क्षेत्रफल 1 वर्ग मी. है। तो तार की लम्बाई है :

A string of diameter 1mm is kept on a table in the shape of a close flat spiral i.e. a spiral with no gap between the turns. The area of the table occupied by the spiral is 1 m^2. Then the length of the string is

(1) 10 मी./m (2) 10^2 मी./m (3) 10^3 मी./m (4) 10^6 मी./m

10. एक राशि के 25% का 25% उसी राशि का x% है, जहां x है

25% of 25% of a quantity is x% of the quantity where x is

(1) 6.25% (2) 12.5% (3) 25% (4) 50%

11. अनुक्रम $\{a_n\}$ में हर पद उसके सभी पूर्ववर्ती पदो के योगफल के समान है। यदि $a_0=3$, तो सीमान्त $lim_{n\to\infty}\frac{a_{n+1}}{a_n}$ है

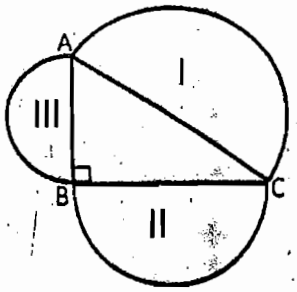
In sequence $\{a_n\}$ every term is equal to the sum of all its previous terms.

If $a_0 = 3$, then $lim_{n\to\infty}\frac{a_{n+1}}{a_n}$ is

(1) 3 (2) 2 (3) 1 (4) e

12. *निम्न चित्र में कोण* ABC= $\pi/_2$ / I, II,III *क्रमशः कोण* B, A *तथा* C *के सम्मुख भुजाओं पर स्थित अर्धवृत्तों के क्षेत्रफल हैं।*

In the figure below, angle ABC = $\pi/2$. I, II, III are the areas of semicircles on the sides opposite angles B, A, and C, respectively. Which of the following is always true?



(1) $II^2 + III^2 = I^2$ (2) II + III = I (3) $II^2 + III^2 > I^2$ (4) II + III < I

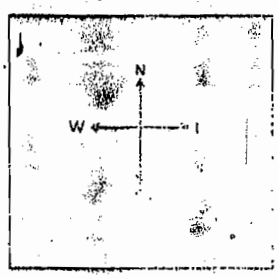
13. *एक* 13 *तिथि शुक्रवार तथा उसके तुरन्त बाद के दूसरे* 13 *तिथि शुक्रवार के बीच के दिनों की संख्या क्या है? (मानें कि वर्ष एक अधिवर्ष है)*

What is the minimum number of days between one Friday the 13th and the next Friday the 13th? (Assume that the year is a leap year).

(1) 28 (2) 56 (3) 91 (4) 84

14. *मानें कि व्यक्ति* A *एक वर्ग (निम्न चित्र को देखें) के उत्तर–पूर्व कोने में स्थित है। इस बिन्दु से वह विकर्ण के साथ–साथ चलता है। विकर्ण के एक तिहाई भाग तक चलने के बाद अपनी बाईं ओर चलता है। कुछ देर बाद यह रुकता है, 90° दक्षिणावर्त घूमने के बाद सीधे चलता है। कुछ मिनट बाद वह रुकता है, 180° वामावर्त घूमता है। अब उसका मुंह किस दिशा की तरफ है?*

Suppose a person A is at the North-East corner of a square (see the figure below). From that point he moves along the diagonal and after covering 1/3rd portion of the diagonal, he goes to his left and after sometime he stops, rotates 90° clockwise and moves straight. After a few minutes he stops, rotates 180° anticlockwise. Towards which direction he is facing now?



(1) उत्तर–पूर्व (2) उत्तर–पश्चिम (3) दक्षिण–पूर्व (4) दक्षिण–पश्चिम
(1) North-East (2) North-West (3) South-East (4) South-West

15. *खीरे में 99% जल होता है। रमेश 100 कि.ग्रा. खीरे खरीदता है। 30 दिन रखने के बाद खीरे कुछ जल खोते हैं। अब उनमें 98% जल है। खीरों का कुल भार अब क्या है?*

Cucumber contains 99% water. Ramesh buys 100 kg of cucumbers. After 30 days of storing, the cucumbers lose some water. They now contain 98% water. What is the total weight of cucumbers now?

(1) 99 *कि. ग्रा.*/kg (2) 50 *कि. ग्रा.*/kg (3) 75 *कि. ग्रा.*/kg (4) 2 *कि. ग्रा.*/kg

16. *एक संग्रहालय में कुछ पुराने सिक्के थे जिनमें उनके अपने–अपने वर्ष इस प्रकार अंकित थे*

(A) 1837 *ईस्वी सन्* (B) 1907 *ईस्वी सन्* (C) 1947 *ईस्वी सन्* (D) 200 *ईसा पूर्व*

नकली सिक्के/सिक्कों को पहचानें

In a museum there were old coins with their respective years engraved on them, as follows.

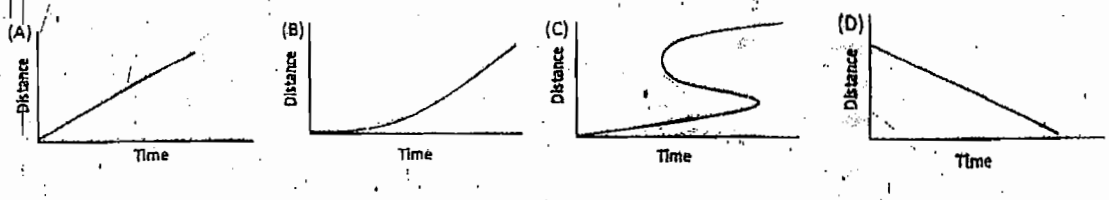
(A) 1837 AD (B) 1907 AD (C) 1947 AD (D) 200 BC

Identify the fake coin(s)

(1) *सिक्का* /coin A (2) *सिक्का* /coin D (3) *सक्के* A व B /coins A and B (4) *सिक्का* /coin C

17. एक विद्यार्थी चार घोंघों के चलन का प्रेक्षण करता है तथा चित्र (A), (B), (C) तथा (D) में दर्शायेनुसार उनसे पारित दूरियों के आलेख बनाता है।

A student observes the movement of four snails and plots the graphs of distance moved as a function of time as given in figures (A), (B) (C) and (D).



निम्न में से कौन–सा सही नहीं है?

Which of the following is **not** correct?

(1) आलेख (A) (2) आलेख (B) (3) आलेख (C) (4) आलेख (D)
(1) Graph (A) (2) Graph (B) (3) Graph (C) (4) Graph (D)

18. लापता अक्षर को ढूंढें :

Find the missing letter :

A	EGK	C
?		P
U		R
Q		V
B	OJF	D

(1) H (2) L (3) Z (4) Y

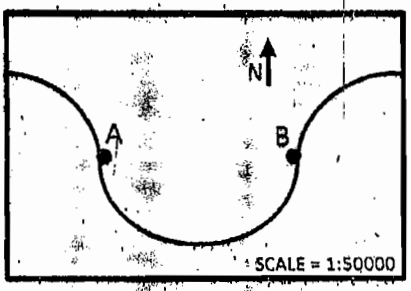
19. निम्न समीकरण पर विचारें :
$x^2 + 4y^2 + 9z^2 = 14x + 28y + 42z + 147$
जहां x, y तथा z वास्तविक संख्या हैं। तो $x+2y+3z$ का मान है

Consider the following equation
$x^2 + 4y^2 + 9z^2 = 14x + 28y + 42z + 147$
where x, y and z are real numbers. Then the value of $x+2y+3z$ is

(1) 7 (2) 14 (3) 21 (4) अनन्य नहीं /not unique

20. *निम्न मानचित्र एक अर्धवृत्त पथ पर बहती एक विसर्पी नदी को दर्शाता है। पथ में स्थित दो गांवों, A तथा B के बीच की दूरी पूर्व–पश्चिमी दिशा पर मानचित्र में 7 से.मी. है। A तथा B के बीच नदी की लम्बाई जमीन की कितनी है?*

The map given below shows a meandering river following a semi-circular path, along which two villages are located at A and B. The distance between A and B along the east-west direction in the map is 7 cm. What is the length of the river between A and B in the ground?



(1) 1.1 *कि. मी.*/km (2) 3.5 *कि. मी.*/km (3) 5.5 *कि. मी.*/km (4) 11.0 *कि. मी.*/km

भाग / PART B

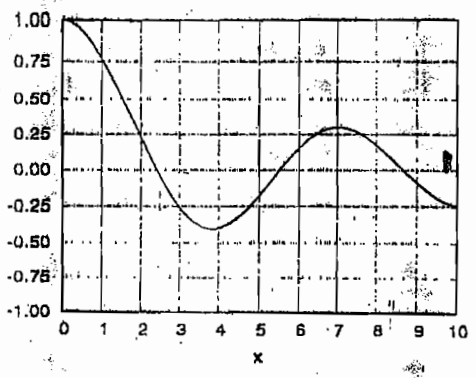
21. एक 2×2 आव्यूह A के अभिलक्षणिक मान $e^{i\pi/5}$ व $e^{i\pi/6}$ हैं। n का न्यूनतम मान, ताकि $A^n = 1$ हो, होगा :

1. 20 2. 30 3. 60 4. 120

21. A 2×2 matrix A has eigenvalues $e^{i\pi/5}$ and $e^{i\pi/6}$. The smallest value of n such that $A^n = I$ is

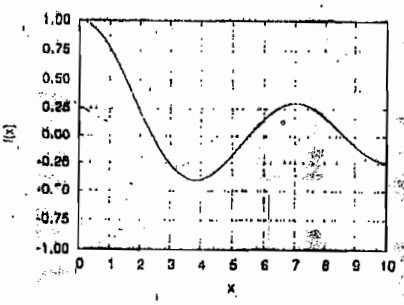
1. 20 2. 30 3. 60 4. 120

22. फलन $f(x)$ का आलेख जो नीचे दर्शाया गया है, निम्न से श्रेष्ठतम वर्णित है :



1. बैसल फलन $J_0(x)$ 2. $\cos x$
3. $e^{-x}\cos x$ 4. $\frac{1}{x}\cos x$

22. The graph of the function $f(x)$ shown below is best described by



1. The Bessel function $J_0(x)$ 2. $\cos x$
3. $e^{-x}\cos x$ 4. $\frac{1}{x}\cos x$

23. पांच क्रिकेट मैचों की श्रेणी में, जब टॉस किया जाता है, एक कप्तान हमेशा 'हैड' बोलता है। उसके टॉस 3 बार जीतने व 2 बार हारने की प्रायिकता होगी :

1. 1/8 2. 5/8 3. 3/16 4. 5/16

23. In a series of five Cricket matches, one of the captains calls "Heads" every time when the toss is taken. The probability that he will win 3 times and lose 2 times is

1. 1/8 2. 5/8 3. 3/16 4. 5/16

24. दीर्घवृत्तज $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1$ के सतह की एक बिन्दु $\left(\frac{a}{\sqrt{3}},\frac{b}{\sqrt{3}},\frac{c}{\sqrt{3}}\right)$ पर इकाई लंब सदिश है :

1. $\frac{bc\hat{i}+ca\hat{j}+ab\hat{k}}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}$ 2. $\frac{a\hat{i}+b\hat{j}+c\hat{k}}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}$

3. $\frac{b\hat{i}+c\hat{j}+a\hat{k}}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}$ 4. $\frac{\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}}{\sqrt{3}}$

24. The unit normal vector at the point $\left(\frac{a}{\sqrt{3}},\frac{b}{\sqrt{3}},\frac{c}{\sqrt{3}}\right)$ on the surface of the ellipsoid $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1$, is

1. $\frac{bc\hat{i}+ca\hat{j}+ab\hat{k}}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}$ 2. $\frac{a\hat{i}+b\hat{j}+c\hat{k}}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}$

3. $\frac{b\hat{i}+c\hat{j}+a\hat{k}}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}$ 4. $\frac{\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}}{\sqrt{3}}$

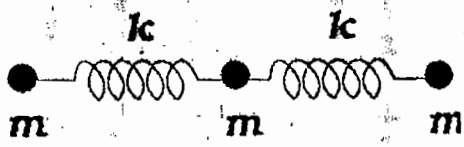
25. ऊंचाई H, त्रिज्या R व घनत्व ρ, का एक ठोस बेलन एक द्रव, की सतह पर तैरता जिसका घनत्व ρ_0 है। जब एक अल्प अधोमुखी बल दिया जाता है, बेलन दोलायमान हो जाता है। दोलन की आवृत्ति होगी :

1. $\frac{\rho g}{\rho_0 H}$ 2. $\frac{\rho}{\rho_0}\sqrt{\frac{g}{H}}$ 3. $\sqrt{\frac{\rho g}{\rho_0 H}}$ 4. $\sqrt{\frac{\rho_0 g}{\rho H}}$

25. A solid cylinder of height H, radius R and density ρ, floats vertically on the surface of a liquid of density ρ_0. The cylinder will be set into oscillatory motion when a small instantaneous downward force is applied. The frequency of oscillation is

1. $\frac{\rho g}{\rho_0 H}$ 2. $\frac{\rho}{\rho_0}\sqrt{\frac{g}{H}}$ 3. $\sqrt{\frac{\rho g}{\rho_0 H}}$ 4. $\sqrt{\frac{\rho_0 g}{\rho H}}$

26. *जैसे चित्र में दर्शाया गया है, समान द्रव्यमान m के तीन कण, दो एकसमान द्रव्यमानहीन कमानियों द्वारा जुड़े हैं। कमानियों का दुर्नम्यता गुणांक k है।*

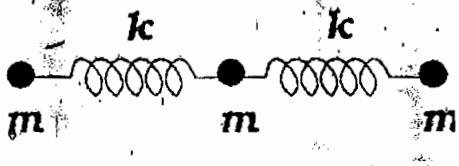


यदि x_1, x_2 व x_3 क्रमशः द्रव्यमानों के अपनी साम्यावस्थाओं से क्षैतिज विस्थापन हैं, प्रणाली की स्थितिज उर्जा है :

1. $\frac{1}{2}k[x_1^2+x_2^2+x_3^2]$ 2. $\frac{1}{2}k[x_1^2+x_2^2+x_3^2-x_2(x_1+x_3)]$

3. $\frac{1}{2}k[x_1^2+2x_2^2+x_3^2+2x_2(x_1+x_3)]$ 4. $\frac{1}{2}k[x_1^2+2x_2^2+x_3^2-2x_2(x_1+x_3)]$

26. Three particles of equal mass m are connected by two identical massless springs of stiffness constant k as shown in the figure:



If x_1, x_2 and x_3 denote the horizontal displacements of the masses from their respective equilibrium positions, the potential energy of the system is

1. $\frac{1}{2}k[x_1^2+x_2^2+x_3^2]$ 2. $\frac{1}{2}k[x_1^2+x_2^2+x_3^2-x_2(x_1+x_3)]$

3. $\frac{1}{2}k[x_1^2+2x_2^2+x_3^2+2x_2(x_1+x_3)]$ 4. $\frac{1}{2}k[x_1^2+2x_2^2+x_3^2-2x_2(x_1+x_3)]$

27. *यदि एक विराम-द्रव्यमान m के एक मुक्त कण की गति, संवेग की मात्रा व उर्जा क्रमशः v, p व E हैं, तो*

1. $dE/dp =$ अचर 2. $p=mv$

3. $v=cp/\sqrt{p^2+m^2c^2}$ 4. $E=mc^2$

27. Let v, p and E denote the speed, the magnitude of the momentum, and the energy of a free particle of rest mass m. Then

1. dE/dp = constant
2. $p = mv$
3. $v = cp/\sqrt{p^2 + m^2c^2}$
4. $E = mc^2$

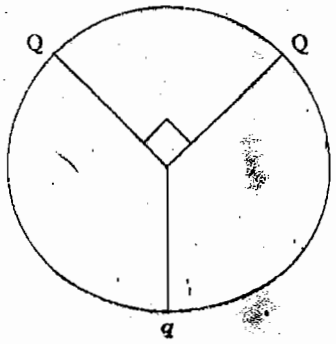
28. *एक युग्मतारा प्रणाली में द्रव्यमान m व $2m$ के दो तारे S_1 व S_2 आपस की दूरी r में स्थित हैं। व्यक्तिगत रूप में S_1 व S_2 दोनों यदि संहति-केन्द्र की चारों ओर क्रमशः v_1 व v_2 गतियों के साथ वर्तुलाकार कक्षाओं में घूमते हैं, तो गतियों की अनुपात v_1 / v_2 है :*

1. $\sqrt{2}$
2. 1
3. 1/2
4. 2

28. A binary star system consists of two stars S_1 and S_2, with masses m and $2m$ respectively separated by a distance r. If both S_1 and S_2 individually follow circular orbits around the centre of mass with instantaneous speeds v_1 and v_2 respectively, the speeds ratio v_1 / v_2 is

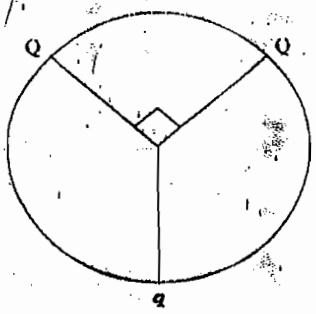
1. $\sqrt{2}$
2. 1
3. 1/2
4. 2

29. *निम्न चित्र में दर्शायानुसार त्रिज्या R के एक वृत्त की परिधि में तीन आवेश स्थित हैं। दो आवेश Q केन्द्र में कोण 90^0 को अंतरित करते हैं। आवेश q दोनो आवेश Q से सममितत: स्थित है। यदि केन्द्र में विद्युत क्षेत्र शून्य है, तो Q की मात्रा क्या है?*



1. $q/\sqrt{2}$
2. $\sqrt{2}q$
3. $2q$
4. $4q$

29. Three charges are located on the circumference of a circle of radius R as shown in the figure below. The two charges Q subtend an angle 90^0 at the centre of the circle. The charge q is symmetrically placed with respect to the charges Q. If the electric field at the centre of the circle is zero, what is the magnitude of Q?



1. $q/\sqrt{2}$ 2. $\sqrt{2}q$ 3. $2q$ 4. $4q$

30. *आंतरिक त्रिज्या a व बाह्य त्रिज्या b के एक आवेशित गोलीय कोश के बारे में विचारें। क्षेत्र $a<r<b$ में आवेश का आयतन-घनत्व है $\rho(r)=\frac{k}{r^2}$ (k अचर है)। दूरी $r>a$ पर उत्पन्न विद्युत क्षेत्र की मात्रा है :*

1. $\frac{k(b-a)}{\varepsilon_0 r^2}$, *सभी* $r>a$ *के लिये*
2. $\frac{k(b-a)}{\varepsilon_0 r^2}$, $a<r<b$ *के लिये तथा* $\frac{kb}{\varepsilon_0 r^2}$, $r>b$ *के लिये*
3. $\frac{k(r-a)}{\varepsilon_0 r^2}$, $a<r<b$ *के लिये तथा* $\frac{k(b-a)}{\varepsilon_0 r^2}$, $r>b$ *के लिये*
4. $\frac{k(r-a)}{\varepsilon_0 a^2}$, $a<r<b$ *के लिये तथा* $\frac{k(b-a)}{\varepsilon_0 a^2}$, $r>b$ *के लिये*

30. Consider a hollow charged shell of inner radius a and outer radius b. The volume charge density is $\rho(r)=\frac{k}{r^2}$ (k is a constant) in the region $a<r<b$. The magnitude of the electric field produced at distance $r>a$ is

1. $\frac{k(b-a)}{\varepsilon_0 r^2}$ for all $r>a$
2. $\frac{k(b-a)}{\varepsilon_0 r^2}$ for $a<r<b$ and $\frac{kb}{\varepsilon_0 r^2}$ for $r>b$

3. $\frac{k(r-a)}{\varepsilon_0 r^2}$ for $a<r<b$ and $\frac{k(b-a)}{\varepsilon_0 r^2}$ for $r>b$

4. $\frac{k(r-a)}{\varepsilon_0 a^2}$ for $a<r<b$ and $\frac{k(b-a)}{\varepsilon_0 a^2}$ for $r>b$

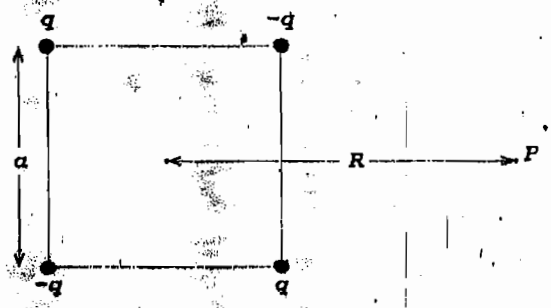
31. *विद्युत क्षेत्र सदिश* $\vec{E}_1 = \hat{i}E_0\cos\omega t$ *व* $\vec{E}_2 = \hat{j}E_0\cos(\omega t+\varphi)$, *जहां* φ *कलांतर है, के दो कलासंबद्ध विद्युतचुम्बकीय तरंगों के व्यतिकरण के बारे में विचारें। परिणामी तरंग की तीव्रता* $\frac{\varepsilon_0}{2}\langle E^2\rangle$ *से दिया जाता है, जहां* $\langle E^2\rangle$, E^2 *का कालिक–माध्य है। कुल तीव्रता होगी :*

1. 0 2. $\varepsilon_0 E_0^2$ 3. $\varepsilon_0 E_0^2\sin^2\varphi$ 4. $\varepsilon_0 E_0^2\cos^2\varphi$

31. Consider the interference of two coherent electromagnetic waves whose electric field vectors are given by $\vec{E}_1 = \hat{i}E_0\cos\omega t$ and $\vec{E}_2 = \hat{j}E_0\cos(\omega t+\varphi)$ where φ is the phase difference. The intensity of the resulting wave is given by $\frac{\varepsilon_0}{2}\langle E^2\rangle$, where $\langle E^2\rangle$ is the time average of E^2. The total intensity is

1. 0 2. $\varepsilon_0 E_0^2$ 3. $\varepsilon_0 E_0^2\sin^2\varphi$ 4. $\varepsilon_0 E_0^2\cos^2\varphi$

32. *चार आवेश (दो* $+q$ *व दो* $-q$*) भुजा* a *के एक वर्ग के चारों शीर्षों पर रखे जाते हैं, जैसा दर्शाया गया है।*



बिन्दु P *पर, जो केन्द्र से दूरी* R *पर है* $(R \gg a)$, *विभव इस अनुपात में होगा*

1. $1/R$ 2. $1/R^2$ 3. $1/R^3$ 4. $1/R^4$

32. Four charges (two $+q$ and two $-q$) are kept fixed at the four vertices of a square of side a as shown

At the point P which is at a distance R from the centre ($R \gg a$), the potential is proportional to

1. $1/R$ 2. $1/R^2$ 3. $1/R^3$ 4. $1/R^4$

33. *xy-तल में स्थित, एक भूयोजित अनन्त चालक परत के नीचे d दूरी पर द्रव्यमान m का एक आवेश q रखा जाता है। d के किस मान पर आवेश अचल रहेगा?*

1. $q/4\sqrt{mg\pi\varepsilon_0}$ 2. $q/\sqrt{mg\pi\varepsilon_0}$
3. *d का कोई सीमित मान नहीं है।* 4. $\sqrt{mg\pi\varepsilon_0}/q$

33. A point charge q of mass m is kept at a distance d below a grounded infinite conducting sheet which lies in the xy-plane. For what value of d will the charge remains stationary?

1. $q/4\sqrt{mg\pi\varepsilon_0}$ 2. $q/\sqrt{mg\pi\varepsilon_0}$
3. There is no finite value of d 4. $\sqrt{mg\pi\varepsilon_0}/q$

34. *हाइड्रोजन परमाणु की एक स्थिति का तरंग–फलन*

$$\Psi = \psi_{200} + 2\psi_{211} + 3\psi_{210} + \sqrt{2}\,\psi_{121-1}$$

से दिया जाता है, जहां ψ_{nlm} क्वाटंम अंक n, l व m (जो साधारण संकेतन में है) स्थिति वाले प्रसामान्यीकृत अभिलक्षणिक–फलन को निर्दिष्ट करता है। स्थिति Ψ में L_z का प्रत्याशा मान है :

1. $15\hbar/16$ 2. $11\hbar/16$ 3. $3\hbar/8$ 4. $\hbar/8$

34. The wave function of a state of the hydrogen atom is given by

$$\Psi = \psi_{200} + 2\psi_{211} + 3\psi_{210} + \sqrt{2}\,\psi_{21-1}$$

where ψ_{nlm} is the normalized eigen function of the state with quantum numbers n, l and m in the usual notation. The expectation value of L_z in the state Ψ is

1. $15\hbar/16$ 2. $11\hbar/16$ 3. $3\hbar/8$ 4. $\hbar/8$

35. *विभव* $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2x^2 - ax$ *में स्थित कण का उर्जा अभिलक्षणिक मान है :*

1. $E_n = \left(n+\frac{1}{2}\right)\hbar\omega - \frac{a^2}{2m\omega^2}$ 2. $E_n = \left(n+\frac{1}{2}\right)\hbar\omega + \frac{a^2}{2m\omega^2}$

3. $E_n = \left(n+\frac{1}{2}\right)\hbar\omega - \frac{a^2}{m\omega^2}$ 4. $E_n = \left(n+\frac{1}{2}\right)\hbar\omega$

35. The energy eigenvalues of a particle in the potential $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2x^2 - ax$ are

1. $E_n = \left(n+\frac{1}{2}\right)\hbar\omega - \frac{a^2}{2m\omega^2}$ 2. $E_n = \left(n+\frac{1}{2}\right)\hbar\omega + \frac{a^2}{2m\omega^2}$

3. $E_n = \left(n+\frac{1}{2}\right)\hbar\omega - \frac{a^2}{m\omega^2}$ 4. $E_n = \left(n+\frac{1}{2}\right)\hbar\omega$

36. *यदि एक कण का प्रतिनिधित्व प्रसामान्यीकृत तरंग–फलन*

$$\psi(x) = \begin{cases} \dfrac{\sqrt{15}\left(a^2 - x^2\right)}{4a^{5/2}} & \text{जब } -a < x < a \\ 0 & \text{अन्यथा} \end{cases}$$

से किया जाता है, तो उसके संवेग की अनिश्चितता Δp *होगी :*

1. $2\hbar/5a$ 2. $5\hbar/2a$ 3. $\sqrt{10}\,\hbar/a$ 4. $\sqrt{5}\,\hbar/\sqrt{2}\,a$

36. If a particle is represented by the normalized wave function

$$\psi(x)=\begin{cases}\dfrac{\sqrt{15}\left(a^2-x^2\right)}{4a^{5/2}} & \text{for } -a<x<a\\ 0 & \text{otherwise}\end{cases}$$

the uncertainty Δp in its momentum is

1. $2\hbar/5a$ 2. $5\hbar/2a$ 3. $\sqrt{10}\,\hbar/a$ 4. $\sqrt{5}\,\hbar/\sqrt{2}\,a$

37. *विहित क्रमविनिमेय संबंधों के दिए जाने पर,* $A=i\left(xp_y-yp_x\right)$ *व* $B=\left(yp_z+zp_y\right)$ *का क्रमविनिमेयक* $[A,B]$ *है :*

1. $\hbar\left(xp_z-p_xz\right)$ 2. $-\hbar\left(xp_z-p_xz\right)$
3. $\hbar\left(xp_z+p_xz\right)$ 4. $-\hbar\left(xp_z+p_xz\right)$

37. Given the usual canonical commutation relations, the commutator $[A,B]$ of $A=i\left(xp_y-yp_x\right)$ and $B=\left(yp_z+zp_y\right)$ is

1. $\hbar\left(xp_z-p_xz\right)$ 2. $-\hbar\left(xp_z-p_xz\right)$
3. $\hbar\left(xp_z+p_xz\right)$ 4. $-\hbar\left(xp_z+p_xz\right)$

38. *जहां* E, N *व* V *क्रमशः ऊर्जा, कणों की संख्या व आयतन हैं, एक प्रणाली का ऐन्ट्रॉपी* S, *अभिगम्य प्रावस्था समष्टि आयतन* Γ *के साथ इस प्रकार संबंधित है :* $S=k_B\ln\Gamma\left(E,N,V\right)$ *। इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि* Γ

1. *साम्यावस्था की ओर विकास पर अचर है।*
2. *साम्यावस्था की ओर विकास पर दोलन करता है।*
3. *साम्यावस्था पर उच्चतम है।*
4. *साम्यावस्था पर न्यूनतम है।*

38. The entropy of a system, S, is related to the accessible phase space volume Γ by $S=k_B\ln\Gamma\left(E,N,V\right)$ where E, N and V are the energy, number of particles and volume respectively. From this one can conclude that Γ

1. does not change during evolution to equilibrium
2. oscillates during evolution to equilibrium
3. is a maximum at equilibrium
4. is a minimum at equilibrium

39. *मानें कि ΔW एक स्थैतिककल्प विपर्मय उष्मागतिक प्रक्रिया में किए गए कार्य हैं। ΔW के बारें में किए गए निम्न कथनों में से कौन-सा सही है?*

1. *यदि प्रक्रिया समतापी है तो ΔW एक यथातथ अवकल है।*
2. *यदि प्रक्रिया रुद्धोष्म है तो ΔW एक यथातथ अवकल है।*
3. *ΔW हमेशा एक यथातथ अवकल है।*
4. *ΔW यथातथ अवकल नहीं हो सकता।*

39. Let ΔW be the work done in a quasistatic reversible thermodynamic process. Which of the following statements about ΔW is correct?

1. ΔW is a perfect differential if the process is isothermal
2. ΔW is a perfect differential if the process is adiabatic
3. ΔW is always a perfect differential
4. ΔW cannot be a perfect differential

40. *तीन प्रचक्रण S_1, S_2 व S_3 की एक प्रणाली, जहां हर एक +1 व −1 मूल्य ले सकता है, के बारे में विचारें। प्रणाली की ऊर्जा $E = -J[S_1 S_2 + S_2 S_3 + S_3 S_1]$ से दी जाती है, जहां J एक धनात्मक अचर है। न्यूनतम ऊर्जा व संगत प्रचक्रण विन्यासों की संख्या क्रमशः होंगे :*

1. J व 1 2. $-3J$ व 1 3. $-3J$ व 2 4. $-6J$ व 2

40. Consider a system of three spins S_1, S_2 and S_3 each of which can take values +1 and −1. The energy of the system is given by $E = -J[S_1 S_2 + S_2 S_3 + S_3 S_1]$, where J is a positive constant. The minimum energy and the corresponding number of spin configurations are, respectively,

1. J and 1 2. $-3J$ and 1 3. $-3J$ and 2 4. $-6J$ and 2

41. *चौड़ाई L के एक-विमीय अनन्त वर्ग कूप विभव में रखे गए 6 अन्योन्यक्रियाहीन प्रचक्रण $-\frac{1}{2}$ व द्रव्यमान m के इलेक्ट्रॉनों के समूह की न्यूनतम ऊर्जा होगी :*

1. $14\pi^2\hbar^2/mL^2$ 2. $91\pi^2\hbar^2/mL^2$
3. $7\pi^2\hbar^2/mL^2$ 4. $3\pi^2\hbar^2/mL^2$

41. The minimum energy of a collection of 6 non-interacting electrons of spin-$\frac{1}{2}$ and mass m placed in a one dimensional infinite square well potential of width L is

1. $14\pi^2\hbar^2/mL^2$ 2. $91\pi^2\hbar^2/mL^2$ 3. $7\pi^2\hbar^2/mL^2$ 4. $3\pi^2\hbar^2/mL^2$

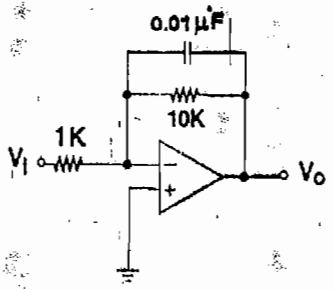
42. *संगीत के एक सीधे प्रसारण के रेडियो–तरंग को, जिसकी आवृत्ति 7 मैगा हर्टज है, उच्चतम आवृत्ति 10 किलो हर्टज के संकेत वाले एक माइक्रोफोन निर्गत से आयाम मॉडुलित किया जाता है! मॉडुलित निर्गत का स्पैक्ट्रम निम्न आवृत्ति बैंड के बाहर शून्य होगा*

1. 7.00 *मैगाहर्टज से* 7.01 *मैगाहर्टज तक*
2. 6.99 *मैगाहर्टज से* 7.01 *मैगाहर्टज तक*
3. 6.99 *मैगाहर्टज से* 7.00 *मैगाहर्टज तक*
4. 6.995 *मैगाहर्टज से* 7.005 *मैगाहर्टज तक*

42. A live music broadcast consists of a radio-wave of frequency 7 MHz, amplitude-modulated by a microphone output consisting of signals with a maximum frequency of 10 kHz. The spectrum of modulated output will be zero outside the frequency-band

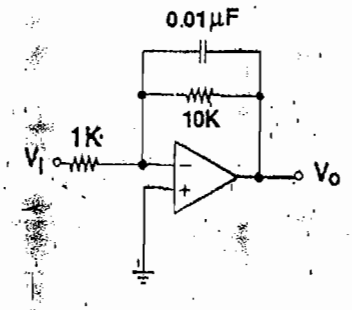
1. 7.00 MHz to 7.01 MHz
2. 6.99 MHz to 7.01 MHz
3. 6.99 MHz to 7.00 MHz
4. 6.995 MHz to 7.005 MHz

43. *चित्र में दर्शाये सक्रियात्मक प्रवर्धक परिपथ में* V_i *एक ज्यावक्रीय निवेश संकेत है जिसकी आवृत्ति* 10 *हर्टज है व* V_0 *निर्गत संकेत है। लब्धि व कलांतर के सन्निकटीकृत मान हैं*



1. $5\sqrt{2}$ *व* $\pi/2$
2. $5\sqrt{2}$ *व* $-\pi/2$
3. 10 *व शून्य*
4. 10 *व* π

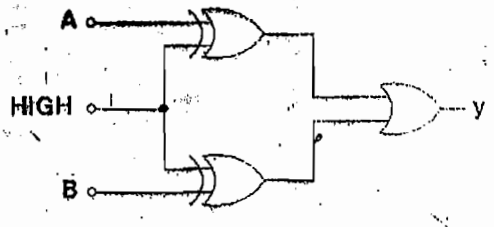
43. In the op-amp circuit shown in the figure, V_i is a sinusoidal input signal of frequency 10 Hz and V_0 is the output signal.



The magnitude of the gain and the phase shift, respectively, close to the values

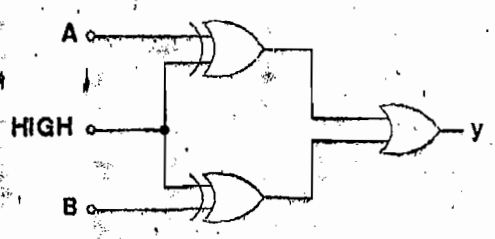
1. $5\sqrt{2}$ and $\pi/2$
2. $5\sqrt{2}$ and $-\pi/2$
3. 10 and zero
4. 10 and π

44. *निम्न चित्र में दर्शाया तर्क परिपथ निम्न बूलीय व्यंजक को कार्यान्वित करता है :*



1. $y=\overline{A\cdot B}$ 2. $y=\overline{A}\cdot\overline{B}$ 3. $y=A\cdot B$ 4. $y=A+B$

44. The logic circuit shown in the figure below

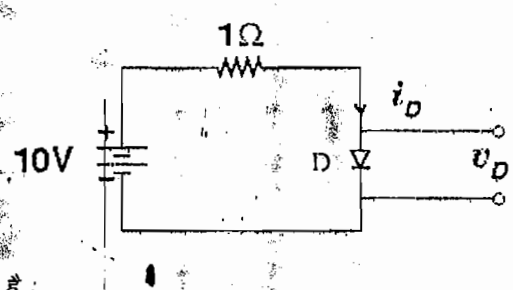


implements the Boolean expression

1. $y=\overline{A\cdot B}$ 2. $y=\overline{A}\cdot\overline{B}$ 3. $y=A\cdot B$ 4. $y=A+B$

45. *परिपथ में दर्शाये डायोड D का $i-v$ संबंध इस प्रकार सन्निकटीकृत है।*

$$i_D=\begin{cases} v_D^2+2v_D, & \text{for } v_D>0 \\ 0, & \text{for } v_D\le 0 \end{cases}$$

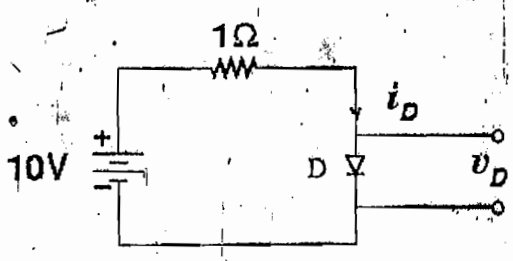


परिपथ में v_D का मान है :

1. $(-1+\sqrt{11})$ V 2. 8 V 3. 5 V 4. 2 V

45. A diode D as shown in the circuit has an $i-v$ relation that can be approximated by

$$i_D = \begin{cases} v_D^2 + 2v_D, & \text{for } v_D > 0 \\ 0, & \text{for } v_D \le 0 \end{cases}$$



The value of v_D in the circuit is

1. $(-1+\sqrt{11})$ V
2. 8 V
3. 5 V
4. 2 V

भाग /PART C

46. *जब x वास्तविक है, फलन $\ln(\cosh x)$ के, बिन्दु $x=0$ के आसपास का प्रसरण, निम्न पदों के साथ प्रारम्भ होता है :*

1. $-\frac{1}{2}x^2+\frac{1}{12}x^4+\cdots$
2. $\frac{1}{2}x^2-\frac{1}{12}x^4+\cdots$
3. $-\frac{1}{2}x^2+\frac{1}{6}x^4+\cdots$
4. $\frac{1}{2}x^2+\frac{1}{6}x^4+\cdots$

46. The Taylor expansion of the function $\ln(\cosh x)$, where x is real, about the point $x=0$ starts with the following terms:

1. $-\frac{1}{2}x^2+\frac{1}{12}x^4+\cdots$
2. $\frac{1}{2}x^2-\frac{1}{12}x^4+\cdots$
3. $-\frac{1}{2}x^2+\frac{1}{6}x^4+\cdots$
4. $\frac{1}{2}x^2+\frac{1}{6}x^4+\cdots$

47. *सारणिक $U = e^{i\varphi}$ के साथ $U^\dagger U = UU^\dagger = 1$ का तुष्टि करता हुआ एक 2×2 ऐकिक आव्यूह के दिए जाने पर सारणिक $V = 1$ के साथ एक और ऐकिक आव्यूह V ($V^\dagger V = VV^\dagger = 1$) इस प्रकार निर्मित किया जा सकता है।*

1. U को $e^{-i\varphi/2}$ से गुणा करके
2. U के किसी एक अवयव को $e^{-i\varphi}$ से गुणा करके
3. U के किसी एक पंक्ति या स्तंभ को $e^{-i\varphi/2}$ से गुणा करके
4. U को $e^{-i\varphi}$ से गुणा करके

47. Given a 2×2 unitary matrix U satisfying $U^{\dagger}U = UU^{\dagger} = 1$ with $\det U = e^{i\varphi}$, one can construct a unitary matrix V ($V^{\dagger}V = VV^{\dagger} = 1$) with $\det V = 1$ from it by

1. multiplying U by $e^{-i\varphi/2}$
2. multiplying any single element of U by $e^{-i\varphi}$
3. multiplying any row or column of U by $e^{-i\varphi/2}$
4. multiplying U by $e^{-i\varphi}$

48. जब C एक बन्ध परिरेखा, जो समीकरण $2|z|-5=0$ से परिभाषित है, वामावर्त दिशा में चक्रमित किया जाता है, समाकल $\int_C \frac{z^3 dz}{z^2-5z+6}$ का मूल्य है

1. $-16\pi i$ 2. $16\pi i$ 3. $8\pi i$ 4. $2\pi i$

48. The value of the integral $\int_C \frac{z^3 dz}{z^2-5z+6}$, where C is a closed contour defined by the equation $2|z|-5=0$, traversed in the anti-clockwise direction, is

1. $-16\pi i$ 2. $16\pi i$ 3. $8\pi i$ 4. $2\pi i$

49. फलन $f(x)$ अवकल समीकरण $\frac{d^2f}{dx^2}-(3-2i)f=0$ को अनुसरित करता है एवं प्रतिबंध $f(0)=1$ व $f(x)\to 0$ जब $x\to\infty$ का तुष्टि करता है। $f(\pi)$ का मान है :

1. $e^{2\pi}$ 2. $e^{-2\pi}$ 3. $-e^{-2\pi}$ 4. $-e^{2\pi i}$

49. The function $f(x)$ obeys the differential equation $\frac{d^2f}{dx^2}-(3-2i)f=0$ and satisfies the conditions $f(0)=1$ and $f(x)\to 0$ as $x\to\infty$. The value of $f(\pi)$ is

1. $e^{2\pi}$ 2. $e^{-2\pi}$ 3. $-e^{-2\pi}$ 4. $-e^{2\pi i}$

50. सूर्य (द्रव्यमान M) के गुरूत्वाकर्षण क्षेत्र में द्रव्यमान m का एक ग्रह चलता है। कक्षा के अर्ध–दीर्घ व अर्ध–लघु अक्ष क्रमशः a व b है, तो ग्रह का कोणीय संवेग है :

1. $\sqrt{2GMm^2(a+b)}$
2. $\sqrt{2GMm^2(a-b)}$
3. $\sqrt{\frac{2GMm^2ab}{a-b}}$
4. $\sqrt{\frac{2GMm^2ab}{a+b}}$

50. A planet of mass m moves in the gravitational field of the Sun (mass M). If the semi-major and semi-minor axes of the orbit are a and b respectively, the angular momentum of the planet is:

1. $\sqrt{2GMm^2(a+b)}$
2. $\sqrt{2GMm^2(a-b)}$
3. $\sqrt{\frac{2GMm^2ab}{a-b}}$
4. $\sqrt{\frac{2GMm^2ab}{a+b}}$

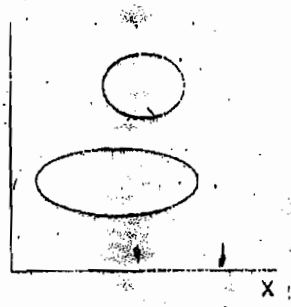
51. लंबाई ℓ की द्रव्यमानहीन एक डोरी से जुड़ा द्रव्यमान m के साधारण लोलक की हैमिल्टनी $H = \frac{p_\theta^2}{2m\ell^2} + mg\ell(1-\cos\theta)$ से दी जाती है। यदि L लग्रांजी को निर्दिष्ट करता है, तो $\frac{dL}{dt}$ का मान है :

1. $-\frac{2g}{\ell}p_\theta\sin\theta$
2. $-\frac{g}{\ell}p_\theta\sin 2\theta$
3. $\frac{g}{\ell}p_\theta\cos\theta$
4. $\ell p_\theta^2\cos\theta$

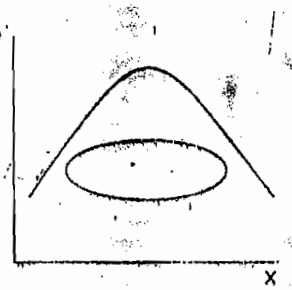
51. The Hamiltonian of a simple pendulum consisting of a mass m attached to a massless string of length ℓ is $H = \frac{p_\theta^2}{2m\ell^2} + mg\ell(1-\cos\theta)$. If L denotes the Lagrangian, the value of $\frac{dL}{dt}$ is :

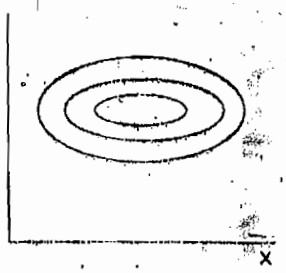
1. $-\frac{2g}{\ell}p_\theta\sin\theta$
2. $-\frac{g}{\ell}p_\theta\sin 2\theta$
3. $\frac{g}{\ell}p_\theta\cos\theta$
4. $\ell p_\theta^2\cos\theta$

52. *हैमिल्टन चलन समीकरणों का तुष्टि करते हुए एक कण के लिए निम्न कला–समष्टि प्रक्षेप–पथ समूह में से कौन–सा संभव नहीं है?*

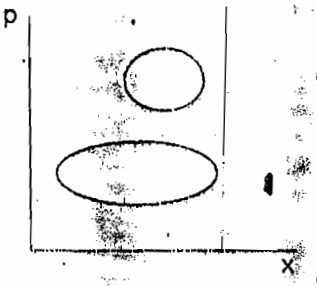
1 

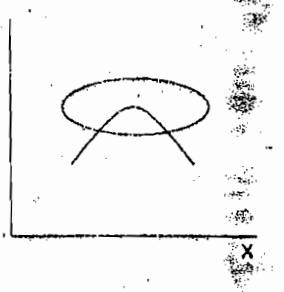
3

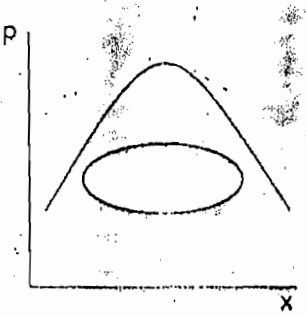
2 

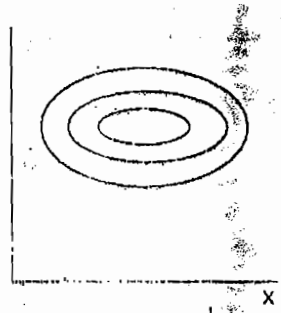
4 

52. Which of the following set of phase-space trajectories is not possible for a particle obeying Hamilton's equations of motion ?

1 

3 

2 

4 

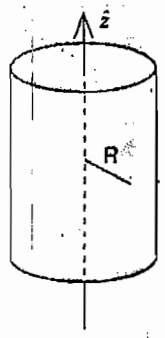
53. *xy-तल में पड़े एक द्रव्यमानहीन सख्त दण्ड से समान द्रव्यमान* m *के दो पिण्ड इस प्रकार जुड़े हैं कि दण्ड का मध्यबिन्दु मूलबिन्दु में स्थित है। यदि यह प्रणाली z-अक्ष पर कोणीय आवृत्ति* ω *के साथ घूमती है तो उसका कोणीय संवेग है :*

1. $m\ell^2\omega/4$ 2. $m\ell^2\omega/2$ 3. $m\ell^2\omega$ 4. $2m\ell^2\omega$

53. Two bodies of equal mass m are connected by a massless rigid rod of length ℓ lying in the xy-plane with the centre of the rod at the origin. If this system is rotating about the z-axis with a frequency ω, its angular momentum is

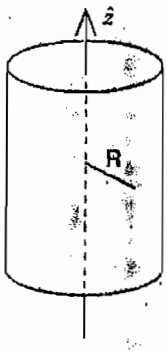
1. $m\ell^2\omega/4$ 2. $m\ell^2\omega/2$ 3. $m\ell^2\omega$ 4. $2m\ell^2\omega$

54. *एक अनंत परिनालिका जिसका सममिति अक्ष दिशा* z *में है एक स्थायी विद्युतप्रवाह* I *का वहन करता है। अक्ष से* R *दूरी पर सदिश विभव* $\vec{A}$



1. *अन्दर है एवं* R *की अनुपात में परिनालिका के बाहर बदलता है।*
2. *अन्दर* R *की अनुपात में बदलता है एवं परिनालिका के बाहर अचर है।*
3. $\frac{1}{R}$ *की अनुपात में अन्दर एवं परिनालिका के बाहर* R *की अनुपात में बदलता है।*
4. *अन्दर* R *की अनुपात में एवं परिनालिका के बाहर* $\frac{1}{R}$ *की अनुपात में बदलता है।*

54. An infinite solenoid with its axis of symmetry along the z-direction carries a steady current I.



The vector potential $\vec{A}$ at a distance R from the axis

1. is constant inside and varies as R outside the solenoid
2. varies as R inside and is constant outside the solenoid
3. varies as $\frac{1}{R}$ inside and as R outside the solenoid
4. varies as R inside and as $\frac{1}{R}$ outside the solenoid

55. *xy-तल में स्थित एक अनंत चालक परत के बारे में विचारें जिसका विद्युतप्रवाह घनत्व* $K t \hat{i}$ *के अनुसार समय-निर्भर है, जहां* K *एक अचर है।* (x, y, z) *पर सदिश विभव* $\vec{A} = \frac{\mu_0 K}{4c}(ct - z)^2 \hat{i}$ *से दिया जाता है। चुम्बकीय क्षेत्र* $\vec{B}$ *है :*

1. $\frac{\mu_0 K t}{2} \hat{j}$
2. $-\frac{\mu_0 K z}{2c} \hat{j}$
3. $-\frac{\mu_0 K}{2c}(ct - z) \hat{i}$
4. $-\frac{\mu_0 K}{2c}(ct - z) \hat{j}$

55. Consider an infinite conducting sheet in the xy-plane with a time dependent current density $K t \hat{i}$, where K is a constant. The vector potential at (x, y, z) is given by $\vec{A} = \frac{\mu_0 K}{4c}(ct - z)^2 \hat{i}$. The magnetic field $\vec{B}$ is

1. $\frac{\mu_0 K t}{2} \hat{j}$
2. $-\frac{\mu_0 K z}{2c} \hat{j}$
3. $-\frac{\mu_0 K}{2c}(ct - z) \hat{i}$
4. $-\frac{\mu_0 K}{2c}(ct - z) \hat{j}$

56. *जब एक आवेशित कण विद्युतचुम्बकीय विकिरण उत्सर्जित करता है, उत्सर्जक से दूरी* r *पर विद्युत क्षेत्र* $\vec{E}$ *एवं पाइन्टिंग सदिश* $\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$ *क्रमशः* $\frac{1}{r^n}$ *व* $\frac{1}{r^m}$ *के अनुसार बदलते हैं। n व m के लिए निम्न विकल्पों में से कौन-सा सही है?*

1. $n = 1$ *एवं* $m = 1$
2. $n = 2$ *एवं* $m = 2$
3. $n = 1$ *एवं* $m = 2$
4. $n = 2$ *एवं* $m = 4$

56. When a charged particle emits electromagnetic radiation, the electric field $\vec{E}$ and the Poynting vector $\vec{S}=\frac{1}{\mu_0}\vec{E}\times\vec{B}$ at a large distance r from the emitter vary as $\frac{1}{r^n}$ and $\frac{1}{r^m}$ respectively. Which of the following choices for n and m are correct?

1. $n=1$ and $m=1$
2. $n=2$ and $m=2$
3. $n=1$ and $m=2$
4. $n=2$ and $m=4$

57. *विभव $V(x)$ में स्थित एक कण की उर्जा आद्य व प्रथम उत्तेजित अवस्थाओं में क्रमशः -4 व -1 हैं (उन एकलों में जहां $\hbar=1$ है)। यदि संगत तरंग-फलनें $\psi_1(x)=\psi_0(x)\sinh x$ से संबंधित हैं, तो आद्य अवस्था का अभिलक्षणिक फलन है :*

1. $\psi_0(x)=\sqrt{\operatorname{sech} x}$
2. $\psi_0(x)=\operatorname{sech} x$
3. $\psi_0(x)=\operatorname{sech}^2 x$
4. $\psi_0(x)=\operatorname{sech}^3 x$

57. The energies in the ground state and first excited state of a particle of mass $m=\frac{1}{2}$ in a potential $V(x)$ are -4 and -1, respectively, (in units in which $\hbar=1$). If the corresponding wavefunctions are related by $\psi_1(x)=\psi_0(x)\sinh x$, then the ground state eigenfunction is

1. $\psi_0(x)=\sqrt{\operatorname{sech} x}$
2. $\psi_0(x)=\operatorname{sech} x$
3. $\psi_0(x)=\operatorname{sech}^2 x$
4. $\psi_0(x)=\operatorname{sech}^3 x$

58. *क्षोभ*

$$H'=\begin{cases} b(a-x), & -a<x<a \\ 0, & \text{अन्यथा} \end{cases}$$

एक अनंत वर्ग कूप विभव $V(x)$ में सीमित द्रव्यमान m के एक कण पर लागू होता है

$$V(x)=\begin{cases} 0, & -a<x<a \\ \infty, & \text{अन्यथा} \end{cases}$$

कण की आद्य अवस्था की उर्जा का एकघातज संशुद्धि है :

1. $\frac{ba}{2}$
2. $\frac{ba}{\sqrt{2}}$
3. $2ba$
4. ba

58. The perturbation

$$H' = \begin{cases} b(a-x), & -a<x<a \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

acts on a particle of mass m confined in an infinite square well potential

$$V(x) = \begin{cases} 0, & -a<x<a \\ \infty, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

The first order correction to the ground-state energy of the particle is

1. $\frac{ba}{2}$ 2. $\frac{ba}{\sqrt{2}}$ 3. $2ba$ 4. ba

59. *मानें कि किसी एक-विमीय सरल आवर्ती दोलक के आद्य एवं प्रथम उत्तेजित अवस्थाओं से संगत प्रसामान्यीकृत अभिलक्षणिक अवस्थाओं को* $|0\rangle$ *व* $|1\rangle$ *से निर्दिष्ट किया जाता है। अवस्था* $\frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle+|1\rangle)$ *में अनिश्चितता* Δx *है :*

1. $\Delta x = \sqrt{\hbar/2m\omega}$ 2. $\Delta x = \sqrt{\hbar/m\omega}$
3. $\Delta x = \sqrt{2\hbar/m\omega}$ 4. $\Delta x = \sqrt{\hbar/4m\omega}$

59. Let $|0\rangle$ and $|1\rangle$ denote the normalized eigenstates corresponding to the ground and the first excited states of a one-dimensional harmonic oscillator. The uncertainty Δx in the state $\frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle+|1\rangle)$ is

1. $\Delta x = \sqrt{\hbar/2m\omega}$ 2. $\Delta x = \sqrt{\hbar/m\omega}$
3. $\Delta x = \sqrt{2\hbar/m\omega}$ 4. $\Delta x = \sqrt{\hbar/4m\omega}$

60. *विचरणात्मक प्राचल नियम के द्वारा जब हैमिल्टनी*

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2} - \alpha\delta(x)$$

को निर्धारित करने के लिए अभिप्रायोगिक तरंग-फलन $\psi(x) = Ae^{-bx^2}$ *का उपयोग किया जाता है, जहां* b *एक विचरणात्मक प्राचल है, हैमिल्टनी की आद्य अवस्था उर्जा क्या होगी?*

[संकेत : $\int_{-\infty}^{\infty} x^{2n} e^{-2bx^2}\, dx = (2b)^{-n-\frac{1}{2}} \Gamma\left(n+\frac{1}{2}\right)$.]

1. $-m\alpha^2/2\hbar^2$ 2. $-2m\alpha^2/\pi\hbar^2$ 3. $-m\alpha^2/\pi\hbar^2$ 4. $m\alpha^2/\pi\hbar^2$

60. What would be the ground state energy of the Hamiltonian

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2} - \alpha\delta(x)$$

if variational principle is used to estimate it with the trial wavefunction $\psi(x) = Ae^{-bx^2}$ with b as the variational parameter?

[Hint: $\int_{-\infty}^{\infty} x^{2n} e^{-2bx^2}\, dx = (2b)^{-n-\frac{1}{2}} \Gamma\left(n+\frac{1}{2}\right)$.]

1. $-m\alpha^2/2\hbar^2$ 2. $-2m\alpha^2/\pi\hbar^2$ 3. $-m\alpha^2/\pi\hbar^2$ 4. $m\alpha^2/\pi\hbar^2$

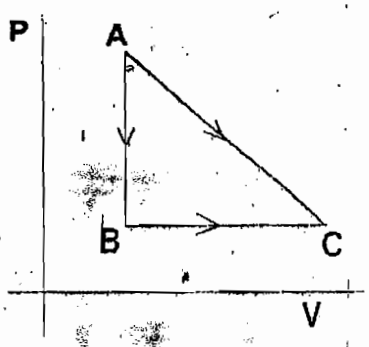
61. *एक पदार्थ के सामान्य एवं अतिचालक अवस्थाओं का मुक्त-ऊर्जा अंतर* $\Delta F = F_S - F_N = \alpha|\psi|^2 + \frac{\beta}{2}|\psi|^4$ *से दिया जाता है, जहां* ψ *एक घात प्राचल है, एवं* α *व* β *अचर हैं, ताकि सामान्यावस्था में* $\alpha > 0$ *व अतिचालक अवस्था में* $\alpha < 0$ *है, जबकि हमेशा* $\beta > 0$ *है। ΔF का न्यूनतम मान है :*

1. $-\alpha^2/\beta$ 2. $-\alpha^2/2\beta$ 3. $-3\alpha^2/2\beta$ 4. $-5\alpha^2/2\beta$

61. The free energy difference between the superconducting and the normal states of a material is given by $\Delta F = F_S - F_N = \alpha|\psi|^2 + \frac{\beta}{2}|\psi|^4$, where ψ is an order parameter and α and β are constants such that $\alpha > 0$ in the normal and $\alpha < 0$ in the superconducting state, while $\beta > 0$ always. The minimum value of ΔF is

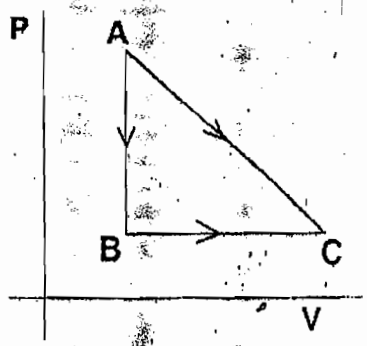
1. $-\alpha^2/\beta$ 2. $-\alpha^2/2\beta$ 3. $-3\alpha^2/2\beta$ 4. $-5\alpha^2/2\beta$

62. *जैसे निम्न चित्र में दर्शाया गया है, एक दी हुई मात्रा में वायु अवस्था A से C तक उत्क्रमणीय प्रक्रिया द्वारा, दो पथों से, सीधे A से C तक एवं A से B तथा B से C तक, ले जाया जाता है। $A \rightarrow C$ में वायु से किया गया कार्य 100 J है व अवशोषित ऊष्मा 150 J है। $A \rightarrow B \rightarrow C$ प्रक्रिया में यदि वायु से किया गया कार्य 30 J है, तो अवशोषित ऊष्मा है :*



1. 20 J 2. 80 J 3. 220 J 4. 280 J

62. A given quantity of gas is taken from the state $A \rightarrow C$ reversibly, by two paths, $A \rightarrow C$ directly and $A \rightarrow B \rightarrow C$ as shown in the figure below.



During the process $A \rightarrow C$ the work done by the gas is 100 J and the heat absorbed is 150 J. If during the process $A \rightarrow B \rightarrow C$ the work done by the gas is 30 J, the heat absorbed is

1. 20 J 2. 80 J 3. 220 J 4. 280 J

63. *N प्रचक्रण वाले एक--विमीय आइसिंग प्रतिमान के बारे में सोचें जब अति न्यून तापमानों में लगभग सभी प्रचक्रण एक दूसरे से सामान्तर पंक्तिबद्ध हैं। कुछ प्रचक्रण–पलटन होंगे, हर एक की ऊर्जा हानि $2J$ होगी। r प्रचक्रण–पलटन की एक संस्थिति में, प्रणाली की ऊर्जा $E = -NJ + 2rJ$ है एवं संस्थितियों की संख्या ${}^{N}C_{r}$; r जो 0 से N तक बदलता है । संवितरण फलन है :*

1. $\left(\frac{J}{k_B T}\right)^N$ 2. $e^{-NJ/k_B T}$ 3. $\left(\sinh\frac{J}{k_B T}\right)^N$ 4. $\left(\cosh\frac{J}{k_B T}\right)^N$

63. Consider a one-dimensional Ising model with N spins, at very low temperatures when almost all the spins are aligned parallel to each other. There will be a few spin flips with each flip costing an energy $2J$. In a configuration with r spin flips, the energy of the system is $E = -NJ + 2rJ$ and the number of configuration is ${}^{N}C_{r}$; r varies from 0 to N. The partition function is

1. $\left(\frac{J}{k_B T}\right)^N$ 2. $e^{-NJ/k_B T}$ 3. $\left(\sinh\frac{J}{k_B T}\right)^N$ 4. $\left(\cosh\frac{J}{k_B T}\right)^N$

64. *हॉल परिणाम पर आधारित एक चुम्बकीय क्षेत्र संवेदक 1 μm मोटे एक Si फिल्म पर As के आरोपण से बनाया जाता है। विनिर्देश के अनुसार चुम्बकीय क्षेत्र की सुग्राहिता 500 mV/Tesla एवं उत्तेजना विद्युत प्रवाह 1mA की आवश्यकता है। आरोपण मात्रा को इस प्रकार समंजित किया जाना चाहिए ताकि सक्रियण के उपरान्त माध्य संवाहक घनत्व है :*

1. $1.25\times10^{26}\ m^{-3}$ 2. $1.25\times10^{22}\ m^{-3}$
3. $4.1\times10^{21}\ m^{-3}$ 4. $4.1\times10^{20}\ m^{-3}$

64. A magnetic field sensor based on the Hall effect is to be fabricated by implanting As into a Si film of thickness 1 μm. The specifications require a magnetic field sensitivity of 500 mV/Tesla at an excitation current of 1 mA, The implantation dose is to be adjusted such that the average carrier density, after activation, is

1. $1.25\times10^{26}\ m^{-3}$ 2. $1.25\times10^{22}\ m^{-3}$
3. $4.1\times10^{21}\ m^{-3}$ 4. $4.1\times10^{20}\ m^{-3}$

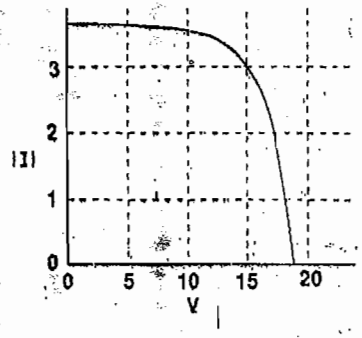
65. *बैंड–पारक एवं बैंड–निराकरण–निस्यंदक, एक निम्न पारक एवं एक उच्च–पारक निस्यंदकों को क्रमशः श्रेणी एवं समान्तर में जोड़कर कार्यान्वित किए जा सकते हैं। यदि निम्न पारक एवं उच्च–पारक निस्यंदकों की अंतक आवृत्तियां क्रमशः ω_0^{LP} व ω_0^{HP} हैं, तो बैंड–पारक एवं बैंड–निराकरण निस्यंदकों को कार्यान्वित करने के लिए आवश्यक प्रतिबंध क्रमशः हैं :*

1. $\omega_0^{HP} < \omega_0^{LP}$ *एवं* $\omega_0^{HP} < \omega_0^{LP}$ 2. $\omega_0^{HP} < \omega_0^{LP}$ *एवं* $\omega_0^{HP} > \omega_0^{LP}$
3. $\omega_0^{HP} > \omega_0^{LP}$ *एवं* $\omega_0^{HP} < \omega_0^{LP}$ 4. $\omega_0^{HP} > \omega_0^{LP}$ *एवं* $\omega_0^{HP} > \omega_0^{LP}$

65. Band-pass and band-reject filters can be implemented by combining a low pass and a high pass filter in series and in parallel, respectively. If the cut-off frequencies of the low pass and high pass filters are ω_0^{LP} and ω_0^{HP}, respectively, the condition required to implement the band-pass and band-reject filters are, respectively,

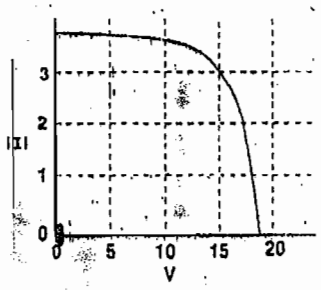
1. $\omega_0^{HP} < \omega_0^{LP}$ and $\omega_0^{HP} < \omega_0^{LP}$ 2. $\omega_0^{HP} < \omega_0^{LP}$ and $\omega_0^{HP} > \omega_0^{LP}$
3. $\omega_0^{HP} > \omega_0^{LP}$ and $\omega_0^{HP} < \omega_0^{LP}$ 4. $\omega_0^{HP} > \omega_0^{LP}$ and $\omega_0^{HP} > \omega_0^{LP}$

66. *एक दिए हुए किरणित ऊर्जा मान में एक सौर्य–पट्टी की निर्गत विशिष्टताएं निम्न चित्र में दर्शायी गयी हैं। यदि सौर्य–सेल 5 Ω के उद्भार को चलाता है तो उद्भार से निकाली गई शक्ति है :*



1. 97 W 2. 73 W 3. 50 W 4. 45 W

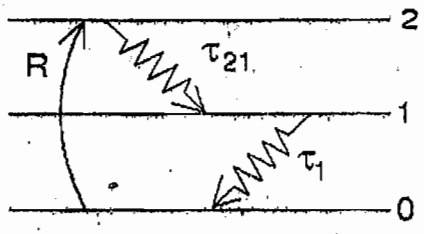
66. The output characteristics of a solar panel at a certain level of irradiance is shown in the figure below.



If the solar cell is to power a load of 5 Ω, the power drawn by the load is

1. 97 W 2. 73 W 3. 50 W 4. 45 W

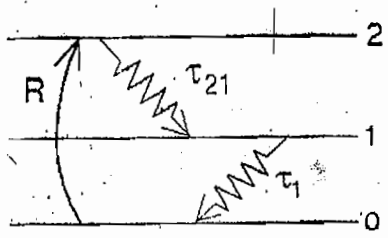
67. *आणविक नाइट्रोजन लेसर से संगत निम्न दर्शाए गए ऊर्जा स्तर आरेख पर विचारें।*



यदि पंपन गति R, 10^{20} *परमाणु* $cm^{-3}\ s^{-1}$ *है, एवं क्षय पथ* $\tau_{21} = 20$ ns *व* $\tau_1 = 1\mu s$. *के साथ दर्शाए गए हैं, तो स्तर* 2 *से* 1 *की क्रमशः साम्यावस्थाएं आबादियां होंगी :*

1. 10^{14} cm^{-3} and 2×10^{12} cm^{-3}
2. 2×10^{12} cm^{-3} and 10^{14} cm^{-3}
3. 2×10^{12} cm^{-3} and 2×10^{6} cm^{-3}
4. zero and 10^{20} cm^{-3}

67. Consider the energy level diagram shown below, which corresponds to the molecular nitrogen laser.



If the pump rate R is 10^{20} atoms cm^{-3} s^{-1} and the decay routes are as shown with $\tau_{21} = 20$ ns and $\tau_1 = 1\mu s$, the equilibrium populations of states 2 and 1 are, respectively,

1. 10^{14} cm^{-3} and 2×10^{12} cm^{-3}
2. 2×10^{12} cm^{-3} and 10^{14} cm^{-3}
3. 2×10^{12} cm^{-3} and 2×10^{6} cm^{-3}
4. zero and 10^{20} cm^{-3}

68. *$2P \rightarrow 1S$ संक्रमण करते हुए एक हाइड्रोजन परमाणु पर विचारें। स्वतः उत्सर्जन के लिए P स्तर की आयुकाल 1.6 ns है व स्तरों के बीच का ऊर्जा अंतर 10.2 eV है। माध्यम के अपवर्तनांक n_0 को 1 मानते हुए, उद्दीपित एवं स्वतः उत्सर्जनों के आइन्स्टैन गुणांकों की अनुपात $B_{21}(\omega)/A_{21}(\omega)$ इससे दिया जाता है :*

1. 0.683×10^{12} $m^3J^{-1}s^{-1}$
2. 0.146×10^{-12} $J\,s\,m^{-3}$
3. 6.83×10^{12} $m^3J^{-1}s^{-1}$
4. 1.463×10^{-12} $J\,s\,m^{-3}$

68. Consider a hydrogen atom undergoing a $2P \rightarrow 1S$ transition. The lifetime t_{sp} of the $2P$ state for spontaneous emission is 1.6 ns and the energy difference between the levels is 10.2 eV. Assuming that the refractive index of the medium $n_0 = 1$, the ratio of Einstein coefficients for stimulated and spontaneous emission $B_{21}(\omega)/A_{21}(\omega)$ is given by

1. 0.683×10^{12} $m^3J^{-1}s^{-1}$
2. 0.146×10^{-12} $J\,s\,m^{-3}$
3. 6.83×10^{12} $m^3J^{-1}s^{-1}$
4. 1.463×10^{-12} $J\,s\,m^{-3}$

69. *प्रतिवर्तताएं $R_1 = 1$ एवं $R_2 = 0.98$ के दो दर्पण वाले एक He-Ne लेसर गुहिका पर विचारें। दर्पण एक दूसरे से $d = 20$ सेमी. दूरी पर स्थित हैं एवं बीच के माध्यम का अपवर्तनांक $n_0 = 1$ व अवशोषण गुणांक $\alpha = 0$ है। अवस्थाओं के बीच के अंतर $\delta\nu$ एवं लेसर गुहिका की हर अवस्था की चौड़ाई $\Delta\nu_p$ है :*

1. $\delta\nu = 75$ kHz, $\Delta\nu_p = 24$ kHz
2. $\delta\nu = 100$ kHz, $\Delta\nu_p = 100$ kHz
3. $\delta\nu = 750$ MHz, $\Delta\nu_p = 2.4$ MHz
4. $\delta\nu = 2.4$ MHz, $\Delta\nu_p = 750$ MHz

69. Consider a He-Ne laser cavity consisting of two mirrors of reflectivities $R_1 = 1$ and $R_2 = 0.98$. The mirrors are separated by a distance $d = 20$ cm and the medium in between has a refractive index $n_0 = 1$ and absorption coefficient $\alpha = 0$. The values of the separation between the modes $\delta\nu$ and the width $\Delta\nu_p$ of each mode of the laser cavity are :

1. $\delta\nu = 75$ kHz, $\Delta\nu_p = 24$ kHz
2. $\delta\nu = 100$ kHz, $\Delta\nu_p = 100$ kHz
3. $\delta\nu = 750$ MHz, $\Delta\nu_p = 2.4$ MHz
4. $\delta\nu = 2.4$ MHz, $\Delta\nu_p = 750$ MHz

70. *अन्योन्यक्रियाविहीन बोसॉन जब तक एक तीन–विमीय समदैशिक सरल आवर्ती विभव में फंस जाते हैं, तब बोस–आइन्स्टाइन संघनन* (BEC) *घटता है। BEC के घटित होने हेतु रासायनिक विभव होना ही चाहिए :*

1. $\hbar\omega/2$
2. $\hbar\omega$
3. $3\hbar\omega/2$
4. 0

70. Non-interacting bosons undergo Bose-Einstein Condensation (BEC) when trapped in a three-dimensional isotropic simple harmonic potential. For BEC to occur, the chemical potential must be equal to

1. $\hbar\omega/2$
2. $\hbar\omega$
3. $3\hbar\omega/2$
4. 0

71. *पट्टित संरचना परिकलन में इलेक्ट्रोनों के लिए परिक्षेपण संबंध पाया जाता है कि*

$$\varepsilon_k = \beta\left(\cos k_x a + \cos k_y a + \cos k_z a\right)$$

जहां β *एक अचर है एवं* a *एक जालक अचर है। प्रथम ब्रिलुवां क्षेत्र की सीमा पर प्रभावी द्रव्यमान है:*

1. $\dfrac{2\hbar^2}{5\beta a^2}$
2. $\dfrac{4\hbar^2}{5\beta a^2}$
3. $\dfrac{\hbar^2}{2\beta a^2}$
4. $\dfrac{\hbar^2}{3\beta a^2}$

71. In a band structure calculation, the dispersion relation for electrons is found to be

$$\varepsilon_k = \beta\left(\cos k_x a + \cos k_y a + \cos k_z a\right),$$

where β is a constant and a is the lattice constant. The effective mass at the boundary of the first Brillouin zone is

1. $\dfrac{2\hbar^2}{5\beta a^2}$
2. $\dfrac{4\hbar^2}{5\beta a^2}$
3. $\dfrac{\hbar^2}{2\beta a^2}$
4. $\dfrac{\hbar^2}{3\beta a^2}$

72. *फलक–केन्द्रित घन संरचना के एक एकसंयोजक धातु के मुक्त इलेक्ट्रोनों की फेर्मी गोले, जिसकी इकाई सेल का आयतन* a^3 *है, की त्रिज्या है :*

1. $\left(\dfrac{12\pi^2}{a^3}\right)^{1/3}$
2. $\left(\dfrac{3\pi^2}{a^3}\right)^{1/3}$
3. $\left(\dfrac{\pi^2}{a^3}\right)^{1/3}$
4. $\dfrac{1}{a}$

72. The radius of the Fermi sphere of free electrons in a monovalent metal with an fcc structure, in which the volume of the unit cell is a^3, is

1. $\left(\dfrac{12\pi^2}{a^3}\right)^{1/3}$
2. $\left(\dfrac{3\pi^2}{a^3}\right)^{1/3}$
3. $\left(\dfrac{\pi^2}{a^3}\right)^{1/3}$
4. $\dfrac{1}{a}$

73. *विराम–तंत्र में म्यूआन् का द्रव्यमान* $105\ \text{MeV}/c^2$ *एवं उसका माध्य आयुकाल* $2.2\ \mu\text{s}$ *है। क्षय के पूर्व ऊर्जा* $315\ \text{MeV}/c^2$ *वाली एक म्यूआन से पारित दूरी लगभग होगी :*

1. 3×10^5 km 2. 2.2 cm 3. $6.6\ \mu$m 4. 1.98 km

73. The muon has mass $105\ \text{MeV}/c^2$ and mean lifetime $2.2\ \mu\text{s}$ in its rest frame. The mean distance traversed by a muon of energy $315\ \text{MeV}/c^2$ before decaying is approximately

1. 3×10^5 km 2. 2.2 cm 3. $6.6\ \mu$m 4. 1.98 km

74. *निम्न कणों पर विचारें : प्रोटॉन* p, *न्यूट्रॉन* n, *निरावेश पायॉन* π^0 *एवं डेल्टा अनुनाद* Δ^+ *। जब ये अपने आयुकाल के घटते क्रमांक में व्यवस्थित किए जाते हैं तो सही व्यवस्था होगी :*

1. π^0, n, p, Δ^+ 2. p, n, Δ^+, π^0
3. p, n, π^0, Δ^+ 4. Δ^+, n, π^0, p

74. Consider the following particles: the proton p, the neutron n, the neutral pion π^0 and the delta resonance Δ^+. When ordered in terms of decreasing lifetime, the correct arrangement is as follows:

1. π^0, n, p, Δ^+ 2. p, n, Δ^+, π^0
3. p, n, π^0, Δ^+ 4. Δ^+, n, π^0, p

75. *नाभिक* $^{114}_{50}\text{Sn}$ *के* p*-कक्षकों (उदाहरण* $p_{3/2}$ *एवं* $p_{1/2}$*) के बीच का एक–कणीय ऊर्जा अंतर* 3 MeV *है। उसके* $1f$ *कक्षकों के स्तरों के बीच का ऊर्जा–अंतर है :*

1. –7 MeV 2. 7 MeV 3. 5 MeV 4. –5 MeV

75. The single particle energy difference between the p-orbitals (i.e., $p_{3/2}$ and $p_{1/2}$) of the nucleus $^{114}_{50}\text{Sn}$ is 3 MeV. The energy difference between the states in its $1f$ orbital is

1. –7 MeV 2. 7 MeV 3. 5 MeV 4. –5 MeV

क्रमांक 454

H

2013 (I)
भौतिक विज्ञान
प्रश्न पत्र

विषय कोड: 5 | पुस्तिका कोड: A

समय : 3:00 घंटे

पूर्णांक : 200 अंक

अनुदेश

1. आपने हिन्दी को माध्यम चुना है । इस परीक्षा पुस्तिका में पंचहत्तर (20 भाग 'A' में + 25 भाग 'B' + 30 भाग 'C' में) बहुल विकल्प प्रश्न (MCQ) दिए गए हैं । आपको भाग 'A' में से अधिकतम 15 और भाग 'B' में 20 तथा भाग 'C' में से 20 प्रश्नों के उत्तर देने हैं । यदि निर्धारित से अधिक प्रश्नों के उत्तर दिए गए तब केवल पहले भाग 'A' से 15, भाग 'B' से 20 तथा भाग 'C' से 20 उत्तरों की जांच की जाएगी ।
2. उत्तर पत्र अलग से दिया गया है । अपना रोल नम्बर और केन्द्र का नाम लिखने से पहले यह जांच लीजिए कि पुस्तिका में पृष्ठ पूरे और सही हैं तथा कहीं से कटे-फटे नहीं हैं । यदि ऐसा है तो आप इन्विजीलेटर से पुस्तिका बदलने का निवेदन कर सकते हैं । इसी तरह से उत्तर पत्र को भी जांच लें। इस पुस्तिका में रफ काम करने के लिए अतिरिक्त पन्ने संलग्न हैं।
3. उत्तर पत्र के पृष्ठ 1 में दिए गए स्थान पर अपना रोल नम्बर, नाम, अपना पता तथा इस परीक्षा पुस्तिका का क्रमांक लिखिए । आपके हस्ताक्षर भी जरूरी हैं ।
4. आप अपनी ओ.एम.आर. उत्तर पुस्तिका में रोल नंबर, विषय कोड, पुस्तिका कोड और केन्द्र कोड से संबंधित समुचित वृत्तों को अवश्य काला कर दें । यह एक मात्र परीक्षार्थी की जिम्मेदारी है कि वह उत्तर पुस्तिका में दिए गए निर्देशों का पूरी सावधानी से पालन करें, ऐसा न करने पर कम्प्यूटर विवरणों को सही तरीके से अकूटित नहीं कर पाएगा, जिससे अंततः आपको हानि, जिससे आपकी उत्तर पुस्तिका की अस्वीकृति भी शामिल, हो सकती है ।
5. भाग 'A' में प्रत्येक प्रश्न के 2 अंक , भाग 'B' में प्रत्येक प्रश्न के 3.5 अंक तथा 'C' में प्रत्येक प्रश्न 5 अंक का है । प्रत्येक गलत उत्तर का ऋणात्मक मूल्यांक 25 % की दर से किया जाएगा ।
6. प्रत्येक प्रश्न के नीचे चार विकल्प दिए गए हैं । इनमें से केवल एक विकल्प ही "सही" अथवा "सर्वोत्तम हल" है । आपको प्रत्येक प्रश्न का सही अथवा सर्वोत्तम हल ढूँढना है ।
7. नकल करते हुए या अनुचित तरीकों का प्रयोग करते हुए पाए जाने वाले अभ्यर्थियों का इस और अन्य भावी परीक्षाओं के लिए अयोग्य ठहराया जा सकता है ।
8. अभ्यर्थी को उत्तर या रफ पन्नों के अतिरिक्त कहीं और कुछ भी नहीं लिखना चाहिए ।
9. परीक्षा समाप्त हो जाने पर परीक्षा पुस्तिका और उत्तर पत्र को इन्विजीलेटर को अवश्य सौंप दीजिए ।
10. कैलकूलेटर का उपयोग करने की अनुमति नहीं है ।
11. किसी प्रश्न में विसंगति के मामले में अंग्रेजी संस्करण प्रबल होगा ।

रोल नंबर .....

नाम .....

अभ्यर्थी द्वारा भरी गई जानकारी को मैं सत्यापित करता हूँ ।

.....
इन्विजीलेटर के हस्ताक्षर

PHYSICAL SCIENCES ANSWER SHEET - 2013(I)

SERIAL NO OF ANSWER SHEET: 532296

परीक्षार्थी का नाम Name of the Candidate

Roll Number in words

Centre Name

प्रश्नपुस्तिका क्रमांक Test Booklet Number

ROLL NUMBER	BOOKLET CODE	MEDIUM	SUBJECT CODE	CENTRE CODE
	A		5	

Candidate's Signature

INSTRUCTION FOR INVIGILATOR

Check Roll Number, Booklet Code, Subject Code, Centre Code & Signature of the Candidate before signing.

कृपया हस्ताक्षर करने से पहले प्रश्न पुस्तिका कोड, विषय कोड, केन्द्र कोड व परीक्षार्थी के हस्ताक्षर की जांच कर लें।

पर्यवेक्षक के हस्ताक्षर Signature of the Invigilator

PART - A					PART - B					PART - C					ANSWER				
SL.NO.	ANSWER				SL.NO.	ANSWER				SL.NO.	ANSWER				SL.NO.	ANSWER			
1				●	21			●		46			●		71	●			
2				●	22	●				47		●			72		●		
3				●	23			●		48				●	73			●	
4		●			24	●				49		●			74			●	
5		●			25			●		50		●			75				●
6	●				26				●	51		●							
7		●			27		●			52				●					
8			●		28	●				53			●						
9		●			29		●			54		●							
10			●		30		●			55	●								
11				●	31	●				56				●					
12				●	32				●	57		●							
13	●				33			●		58	●								
14			●		34			●		59	●								
15		●			35	●				60			●						
16			●		36				●	61			●						
17	●				37				●	62			●						
18		●			38		●			63		●							
19				●	39				●	64	●								
20				●	40	●				65				●					
					41			●		66			●						
					42				●	67		●							
					43		●			68	●								
					44	●				69		●							
					45				●	70				●					

USE BLACK OR PENCIL ONLY

Note: Roll Number, Subject Code & Centre Code should be filled in the boxes using the pattern given as

भाग 'क' / PART 'A'

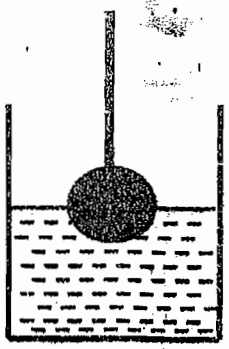
1. तल में मूलबिन्दु में केंद्रित एक समबाहु त्रिकोण है । मूलबिन्दु से उसकी भुजाओं की दूरी 3.5 से. मी. है । उसके परिवृत्त का क्षेत्रफल वर्ग से. मी में है:

1. 38.5 2. 49
3. 63.65 4. 154

1. There is an equilateral triangle in the XY plane with its centre at the origin. The distance of its sides from the origin is 3.5 cm. The area of its circumcircle in cm^2 is

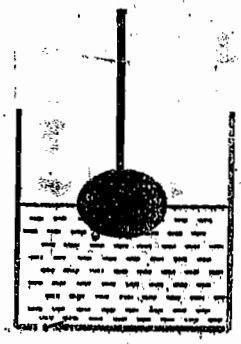
1. 38.5 2. 49
3. 63.65 4. 154

2. त्रिज्या $R/2$ का एक लोहे का गोला, जो एक डोरी के एक सिरे बंधा हुआ है, एक बेलन रूपी पात्र (जिसकी निचली त्रिज्या R है) में रखे हुये पानी में इस प्रकार डुबाया जाता है कि गोले का ठीक आधा भाग पानी के अंदर है । पात्र में पानी का स्तर इतना बढेगा:



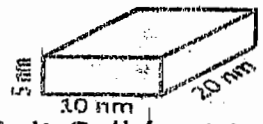
1. $R/3$ 2. $R/4$
3. $R/8$ 4. $R/12$

2. A sphere of iron of radius $R/2$ fixed to one end of a string was lowered into water in a cylindrical container of base radius R to keep exactly half the sphere dipped. The rise in the level of water in the container will be

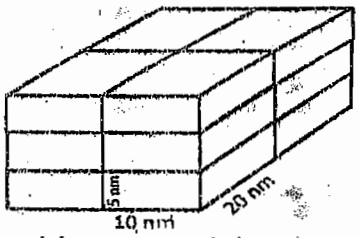


1. $R/3$ 2. $R/4$
3. $R/8$ 4. $R/12$

3. इकाई कोष्ठकों , जिनकी आमाप 10 X 20 X 5 घन नै. मी. है, को एकत्रित करते हुये एक स्फटिक का, निम्न चित्र में दर्शाये अनुसार, विकास होता है। आयतन 1 घन से. मी,. के एक स्फटिक के बनने में कितनी इकाई कोष्ठकों की आवश्यकता होगी ?



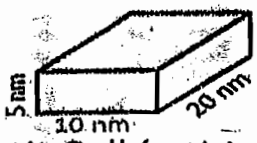
Unit Cell (not to scale)



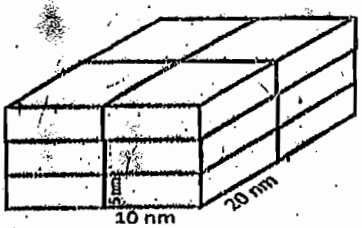
Crystal (not to scale)

1. 10^6 2. 10^9
3. 10^{12} 4. 10^{18}

3. A crystal grows by stacking of unit cells of 10×20×5 nm size as shown in the diagram given below. How many unit cells will make a crystal of $1cm^3$ volume ?



Unit Cell (not to scale)



Crystal (not to scale)

1. 10^6 2. 10^9
3. 10^{12} 4. 10^{18}

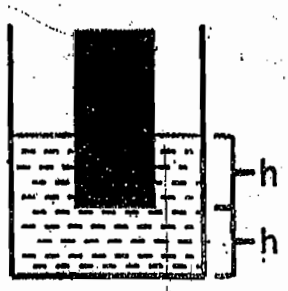
4. $\frac{1}{1\times2}+\frac{1}{2\times3}+\frac{1}{3\times4}+\cdots\infty$ तक का मान क्या है ?

1. 2/3 2. 1
3. 2 4. ∞

4. What is the value of $\frac{1}{1\times2}+\frac{1}{2\times3}+\frac{1}{3\times4}+\cdots$ to ∞ ?

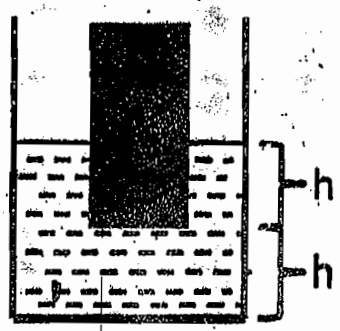
1. 2/3 2. 1
3. 2 4. ∞

5. निचले क्षेत्रफल A का एक ठोस बेलन, एक बेलन रूपी पात्र, जिसका निचला क्षेत्रफल 2 A है, में रखे पानी के अन्दर इस प्रकार डुबाया जाता है कि बेलन की h ऊर्धाधर लम्बाई पानी के अंदर है, तथा बेलन का निचला छोर पात्र के निचले भाग से h ऊंचाई पर है। यदि बेलन को पात्र से निकाल दिया जाय, तो पात्र में पानी का स्तर क्या होगा ?



1. $2h$ 2. $\frac{3}{2}h$
3. $\frac{4}{3}h$ 4. $\frac{5}{4}h$

5. A solid cylinder of basal area A was held dipped in water in a cylindrical vessel of basal area $2A$ vertically such that a length h of the cylinder is immersed. The lower tip of the cylinder is at a height h from the base of the vessel. What will be the height of water in the vessel when the cylinder is taken out?



1. $2h$ 2. $\frac{3}{2}h$
3. $\frac{4}{3}h$ 4. $\frac{5}{4}h$

6. एक अर्धवर्तुल , जिसकी त्रिज्या R है, में उसके व्यास को एक भुजा रखते हुये बनाये जा सकने वाले अंतर्त्रिकोणों में सबसे बड़े का क्षेत्रफल है :

1. R^2 2. $R^2\sqrt{2}$
3. $R^2\sqrt{3}$ 4. $2R^2$

6. Of all the triangles that can be inscribed in a semicircle of radius R with the diameter as one side, the biggest one has the area

1. R^2 2. $R^2\sqrt{2}$
3. $R^2\sqrt{3}$ 4. $2R^2$

7. सबसे बड़े अंक को चुनें

1. 2^{500} 2. 3^{400}
3. 4^{300} 4. 5^{200}

7. Choose the largest number:

1. 2^{500} 2. 3^{400}
3. 4^{300} 4. 5^{200}

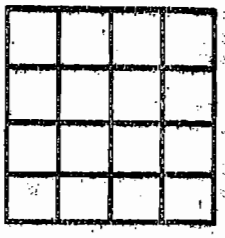
8. सन् 2013 का एक दैनिक-फलक तिथिपत्र में 10 से. मी. X 10 से. मी. के फलक हैं। तिथिपत्र के सभी फलकों को 5 मी. X 7.3 मी. आमाप वाले एक कमरे के ज़मीन पर फैलाया जाता है। ज़मीन का क्या प्रतिशत फलकों से आच्छादित होगा ?

1. 0.1 2. 1
3. 10 4. 100

8. A daily sheet calendar of the year 2013 contains sheets of 10×10 cm size. All the sheets of the calendar are spread over the floor of a room of 5m×7.3m size. What percentage of the floor will be covered by these sheets?

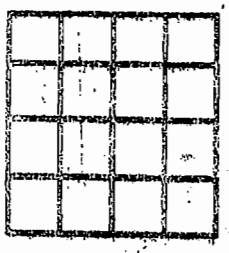
1. 0.1 2. 1
3. 10 4. 100

9. निम्न चित्र में कितने आयत हैं(जो वर्ग नहीं हैं) है?



1. 56 2. 70
3. 86 4. 100

9. How many rectangles (which are not squares) are there in the following figure?



1. 56 2. 70
3. 86 4. 100

10. परिभाषित करें : $a \otimes b$ = एल सी एम (a,b) + जी सी डी (a,b) तथा $a \oplus b = a^b + b^a$। $(1 \oplus 2) \otimes (3 \oplus 4)$ का मान क्या है ? यहां एल सी एम = लघुत्तम समापवर्त्य तथा जी सी डी = महत्तम आम भाजक हैं।

1. 145 2. 286
3. 436 4. 572

10. Define $a \otimes b$ = lcm(a,b) + gcd(a,b) and $a \oplus b = a^b + b^a$. What is the value of $(1 \oplus 2) \otimes (3 \oplus 4)$? Here lcm = least common multiple and gcd=greatest common divisor.

1. 145 2. 286
3. 436 4. 572

11. एक तार का उपयोग करके, हर कोर के लिये एक ही लट का उपयोग करके, एक वर्ग पिरेमिड बनाना है। तार को कम के कम कितनी बार काटनी पड़ेगी ताकि पिरेमिड बन सके ?

1. 3 2. 7
3. 2 4. 1

11. A square pyramid is to be made using a wire such that only one strand of wire is used for each edge. What is the minimum number of times that the wire has to be cut in order to make the pyramid?

1. 3
2. 7
3. 2
4. 1

12. एक क्षैतिज मैदान से R की ऊँचाई पर त्रिज्या R के एक क्षैतिज वर्तुल में एक कौआ उड़ रहा है। मैदान में खड़े कुछ पुरुषों में हर एक ने पाया कि कौए की कोणिक ऊँचाई एक अचर कोण θ ($< 45^0$) था, जब वह उसके निकटतम था। तो ये सभी पुरुषों को मैदान पर एक वर्तुल में होना चाहिए, जिसकी त्रिज्या

1. $R+R \sin\theta$ है।
2. $R+R \cos\theta$ है।
3. $R+R \tan\theta$ है।
4. $R+R \cot\theta$ है।

12. A crow is flying along a horizontal circle of radius R at a height R above the horizontal ground. Each of a number of men on the ground found that the angular height of the crow was a fixed angle θ ($< 45^0$) when it was closest to him. Then all these men must be on a circle on the ground with a radius

1. $R+R \sin\theta$
2. $R+R \cos\theta$
3. $R+R \tan\theta$
4. $R+R \cot\theta$

13. ऐसी कितनी धनात्मक पूर्णांकों की जोड़ियां हैं, जिनके उच्चतम आम भाजक 20 तथा लघुत्तम समापवर्तक 600 हो?

1. 4
2. 0
3. 1
4. 7

13. How many pairs of positive integers have gcd 20 and lcm 600?
(gcd = greatest common divisor; lcm= least common multiple)

1. 4
2. 0
3. 1
4. 7

14. जब एक शाम के प्रीतिभोज में मिस् ब्लैक, मिस् ब्राउन तथा मिस् व्हाइट् मिले, मिस् ब्राउन ने कहा "यह रोचक है कि हम लोगों के पहनावे भी व्हाइट, ब्राउन या ब्लैक हैं, पर प्रत्येक के लिए नाम व रंग मिलते नहीं।" मिस् व्हाइट् ने जवाब दिया, "लेकिन तुम्हारा सफ़ेद पहनावा तुम्हें जंचता नहीं" सही जवाब को चुनें

1. मिस् व्हाइट् का पहनावा ब्राउन था।
2. मिस् ब्लैक का पहनावा सफेद था।
3. मिस् व्हाइट् का पहनावा ब्लैक था।
4. मिस् ब्लैक का पहनावा ब्लैक था।

14. During an evening party, when Ms. Black, Ms. Brown and Ms. White met, Ms. Brown remarked, "It is interesting that our dresses are white, black or brown, but for each of us the name does not match the colour of the dress!". Ms. White replied, "But your white dress does not suit you!". Pick the correct answer.

1. Ms White's dress was brown.
2. Ms. Black's dress was white.
3. Ms. White's dress was black.
4. Ms. Black's dress was black.

15. प्रथम 15 धनात्मक पूर्णांकों में से दो पूर्णांक यादृच्छिक रूप से वापस किये बिना चुने जाते हैं। इन दो पूर्णांकों के जोड़ का 20 होने की प्रायिकता क्या है?

1. $\frac{3}{4}$
2. $\frac{1}{21}$
3. $\frac{1}{105}$
4. $\frac{1}{20}$

15. Two integers are picked at random from the first 15 positive integers without replacement. What is the probability that the sum of the two numbers is 20?

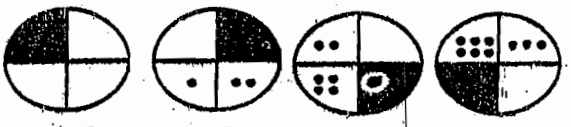
1. $\frac{3}{4}$ 2. $\frac{1}{21}$
3. $\frac{1}{105}$ 4. $\frac{1}{20}$

16. निम्न अनुक्रम में सही अगले चित्र को पहचानें

1. 2.

3. 4.

16. Identify the next figure in the sequence



1. 2.

3. 4.

17. सोमवार से शुक्रवार तक चालित एक ग्राहक सर्वेक्षण में, अतिबाज़ारों में शिशु देख-भाल सुविधा मांगने वाले ग्राहकों में 23 % मर्द थे तथा बाकी औरतें थीं। उनमें से 19.9 % नारियाँ तथा 8.8 % पुरुष सुविधा के लिये पैसे देने के लिये तैयार थे ।

A. शिशु देख-भाल सुविधा मांगने वाले पुरुष तथा नारी ग्राहकों का अनुपात क्या है ?

B. यदि सर्वेक्षण सप्ताहांत में किया गया होता तो नतीजा कैसे बदलेगा ?

उपरोक्त आंकड़ों के साथ

1. केवल सवाल A का जवाब दिया जा सकता है ।
2. केवल सवाल B का जवाब दिया जा सकता है ।
3. सवाल A तथा सवाल B, दोनों के जवाब दिये जा सकते हैं ।
4. न तो सवाल A , न ही B का जवाब दिया जा सकता है ।

17. In a customer survey conducted during Monday to Friday, of the customers who asked for child care facilites in super markets, 23% were men and the rest, women. Among them, 19.9% of the women and 8.8% of the men were willing to pay for the facilities.

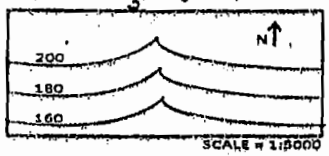
A. What is the ratio of the men to women customers who wanted child care facilities?

B. If the survey had been conducted during the weekend instead, how will the result change?

With the above data,

1. Only A can be answered
2. Only B can be answered
3. Both A and B can be answered
4. Neither A nor B can be answered

18. किसी क्षेत्र में समान तुंगता के भूसतहों को जोड़ती हुयी कांटूर रेखाएँ निम्न मानचित्र में दर्शाई गई हैं। कांटूर रेखाओं का उल्टे "V" आकार वाले भाग एक घाटी का संकेत देते हैं, जिसमें एक नदी बहती है । नदी की अनुप्रवाही दिशा क्या है ?



1. उत्तर 2. दक्षिण
3. पूर्व 4. पश्चिम

18. The map given below shows contour lines which connect points of equal ground surface elevation in a region. Inverted 'V' shaped portions of contour lines represent a valley along which a river flows. What is the downstream direction of the river?

1. North
2. South
3. East
4. West

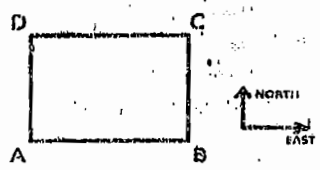
19. गर्मी की छुट्टियों के दौरान एक छात्रावास के 20 मित्रों में प्रत्येक ने हर दूसरे को एक चिट्ठी लिखी। कुल लिखी गयी चिट्ठियों की संख्या थी :

1. 20
2. 400
3. 200
4. 380

19. During a summer vacation, of 20 friends from a hostel, each wrote a letter to each of all others. The total number of letters written was

1. 20
2. 400
3. 200
4. 380

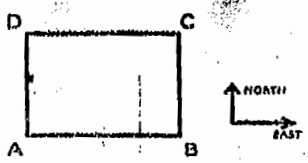
20.



एक व्यक्ति को A से C तक जाकर एक वर्गाकार क्षेत्र को पार करना है। उस व्यक्ति को केवल पूर्व की तरफ, या उत्तर की तरफ, या इन दोनों के एक संयोजन में ही चलना है। तो व्यक्ति से धारित कुल दूरी

1. हर कदम की दूरी पर निर्भर है।
2. कुल लिए गए कदमों की संख्या पर निर्भर है।
3. अलग अलग पथों के लिए अलग अलग है।
4. सभी पथों के लिए एक है।

20.



A person has to cross a square field by going from A to C. The person is only allowed to move towards the east or towards the north or use a combination of these movements. The total distance travelled by the person

1. depends on the length of each step
2. depends on the total number of steps
3. is different for different paths
4. is the same for all paths

भाग 'ख'/PART 'B'

21. द्रव्यमान m के दो सर्वसम बोसॉन एक एक-विमीय विभव $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2x^2$ में रखे जाते है। बोसॉन एक कमजोर विभव

$$V_{12} = V_0 \exp[-m\Omega(x_1 - x_2)^2/4\hbar]$$

के द्वारा अन्योन्यक्रिया करते हैं, जहां x_1 तथा x_2 कणों के निर्देशांक हैं। दत्त दिया गया है कि आवर्ती दोलक की आधारावस्था का तरंग फलन $\psi_0(x) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{\frac{1}{4}} e^{-\frac{m\omega x^2}{2\hbar}}$ है, तो V_0 के प्रथम कोटि में, द्विबोसॉन तंत्र की आधा अवस्था ऊर्जा है :

(1) $\hbar\omega + 2V_0$

(2) $\hbar\omega + \frac{V_0\Omega}{\omega}$

(3) $\hbar\omega + V_0\left(1 + \frac{\Omega}{2\omega}\right)^{-1/2}$

(4) $\hbar\omega + V_0\left(1 + \frac{\omega}{\Omega}\right)$

21. Two identical bosons of mass m are placed in a one-dimensional potential $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2x^2$. The bosons interact via a weak potential,

$$V_{12} = V_0 \exp[-m\Omega(x_1 - x_2)^2/4\hbar]$$

where x_1 and x_2 denote coordinates of the particles. Given that the ground state wavefunction of the harmonic oscillator is $\psi_0(x) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{\frac{1}{4}} e^{-\frac{m\omega x^2}{2\hbar}}$. The ground state energy of the two-boson system, to the first order in V_0, is:

(1) $\hbar\omega + 2V_0$

(2) $\hbar\omega + \frac{V_0\Omega}{\omega}$

(3) $\hbar\omega + V_0\left(1 + \frac{\Omega}{2\omega}\right)^{-1/2}$

(4) $\hbar\omega + V_0\left(1 + \frac{\omega}{\Omega}\right)$

22. एक टॉटीदार पात्र, जिसमें 25°C ताप का 30 ग्राम जल है, में 0°C ताप का दस ग्राम बरफ डाला जाता है। जब तंत्र ऊष्मीय साम्यावस्था में आता है, तो उसका अंतिम ताप क्या है? (जल की विशिष्ट ऊष्मा 1 कैलोरी प्रति ग्राम प्रति °C तथा बरफ के पिघलने का गुप्त ऊष्मा 80 कैलोरी प्रति ग्राम है)

(1) 0° C

(2) 7.5° C

(3) 12.5° C

(4) −1.25° C

22. Ten grams of ice at 0°C is added to a beaker containing 30 grams of water at 25°C. What is the final temperature of the system when it comes to thermal equilibrium? (The specific heat of water is 1cal/gm/°C and latent heat of melting of ice is 80 cal/gm.)

(1) 0° C

(2) 7.5° C

(3) 12.5° C

(4) −1.25° C

23. एक बर्तन के दो उपखंड हैं जिनके आयतन V_1 तथा V_2 हैं, जिनमें क्रमशः दाब p_1 तथा p_2 के ताप T_1 तथा T_2 के आदर्श गैस है। यदि उपखंडों के बीच का दीवार निकाल दिया जाये, तो परिणामी साम्यावस्था ताप होगा :

(1) $\frac{p_1T_1 + p_2T_2}{p_1 + p_2}$

(2) $\frac{V_1T_1 + V_2T_2}{V_1 + V_2}$

(3) $\frac{p_1V_1 + p_2V_2}{(p_1V_1/T_1) + (p_2V_2/T_2)}$

(4) $(T_1T_2)^{1/2}$

23. A vessel has two compartments of volume V_1 and V_2, containing an ideal gas at pressures p_1 and p_2, and temperatures T_1 and T_2 respectively. If the wall separating the compartments is removed,

the resulting equilibrium temperature will be

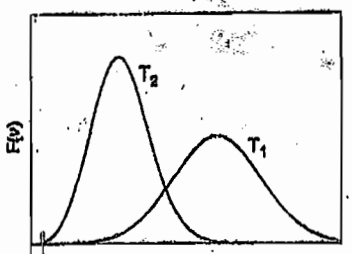
(1) $\frac{p_1T_1+p_2T_2}{p_1+p_2}$

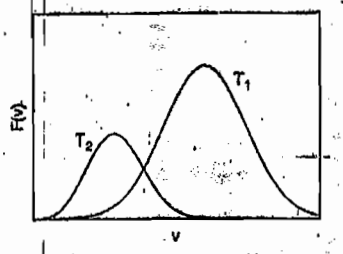
(2) $\frac{V_1T_1+V_2T_2}{V_1+V_2}$

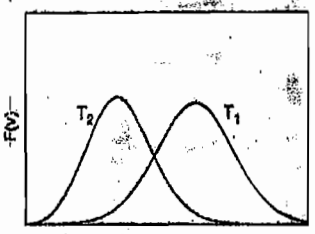
(3) $\frac{p_1V_1+p_2V_2}{(p_1V_1/T_1)+(p_2V_2/T_2)}$

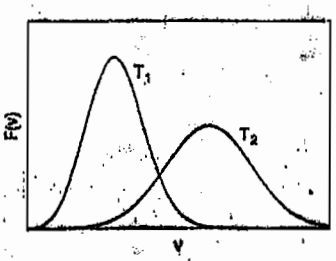
(4) $(T_1T_2)^{1/2}$

24. *ताप $T_1 > T_2$ के लिये, त्रिविम में अणु की गति v के प्रायिकता बंटन $F(v)$ की गुणात्मक ताप निर्भरता का सही प्रतिनिधित्व निम्न चित्र करता है :*

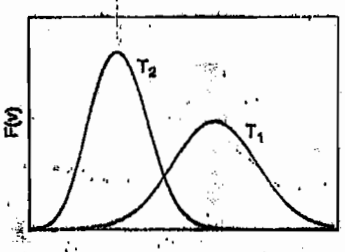
(1) 

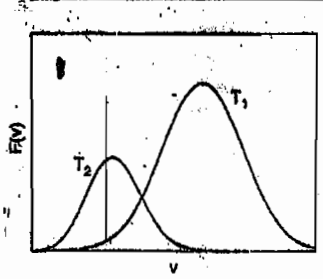
(2) 

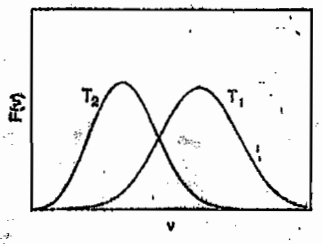
(3) 

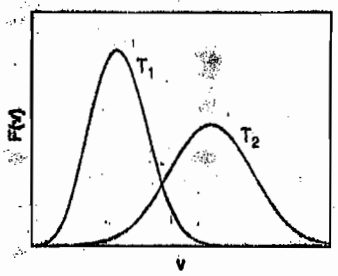
(4) 

24. For temperature $T_1 > T_2$, the qualitative temperature dependence of the probability distribution $F(v)$ of the speed v of a molecule in three dimensions is correctly represented by the following figure:

(1) 

(2) 

(3) 

(4) 

25. *अन्योन्यक्रियाहीन प्रचक्रण -½ के आवेशित कण का एक तंत्र एक बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र में रखा गया है । निम्न ताप T में (c एक स्थिरांक है) आद्य अवस्था ऊर्जा से अधिक ऊर्जा का अग्रण आचरण इस प्रकार है :*

(1) cT

(2) cT^3

(3) $e^{-c/T}$

(4) c (T पर निर्भर नहीं करता)

25. A system of non-interacting spin-½ charged particles are placed in an external magnetic field. At low temperature T, the leading behavior of the excess energy above the ground state energy, depends on T as: (c is a constant)

(1) cT^2
(2) cT^3
(3) $e^{-c/T}$
(4) c (is independent of T)

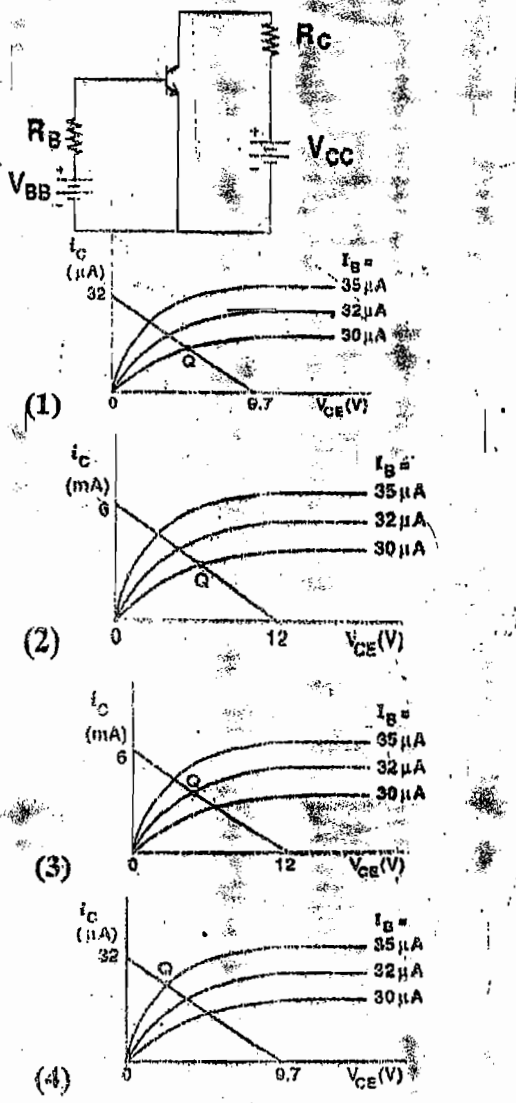
26. *सरल लोलक की लम्बाई L तथा आवर्तकाल T के मापन से गुरुत्वीय त्वरण g निर्धारित किया जाता है। यदि T तथा L के मापन में हुई अनिश्चितायें क्रमशः ΔT तथा ΔL हैं, तो g के मापन में सर्वोत्तम अनुमान भिन्नात्मक त्रुटि $\Delta g/g$ है :*

(1) $\frac{|\Delta L|}{L} + \frac{|\Delta T|}{T}$
(2) $\frac{|\Delta L|}{L} + \frac{|2\Delta T|}{T}$
(3) $\sqrt{\frac{|\Delta L|^2}{L} + \frac{|\Delta T|^2}{T}}$
(4) $\sqrt{\left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2}$

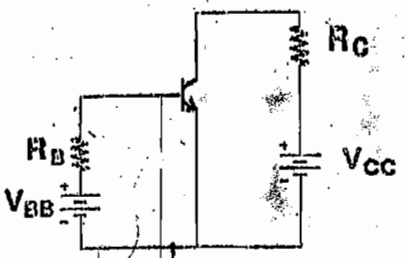
26. The acceleration due to gravity g is determined by measuring the time period T and the length L of a simple pendulum. If the uncertainties in the measurements of T and L are ΔT and ΔL respectively, the fractional error $\Delta g/g$ in measuring g is best approximated by

(1) $\frac{|\Delta L|}{L} + \frac{|\Delta T|}{T}$
(2) $\frac{|\Delta L|}{L} + \frac{|2\Delta T|}{T}$
(3) $\sqrt{\frac{|\Delta L|^2}{L} + \frac{|\Delta T|^2}{T}}$
(4) $\sqrt{\left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \left(\frac{2\Delta T}{T}\right)^2}$

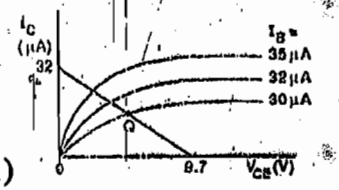
27. *दर्शाये गए परिपथ में एक सिलिकोन ट्रांसिस्टर अंतर्निर्मित वोल्टेज 0.7V के साथ उपयोग किया गया है, $V_{BB} = 9.7V$, $R_B = 300\ k\Omega$, $V_{CC} = 12\ V$ तथा $R_C = 2\ k\Omega$ के साथ। निम्न चित्रों में कौन-सा उद्भार रेखा तथा निष्क्रियता बिन्दु Q का सही प्रतिनिधित्व करता है ?*



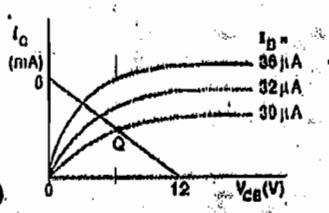
27. A silicon transistor with built-in voltage 0.7V is used in the circuit shown, with $V_{BB} = 9.7V$, $R_B = 300\ k\Omega$, $V_{CC} = 12\ V$ and $R_C = 2\ k\Omega$. Which of the following figures correctly represents the load line and the quiescent Q point?



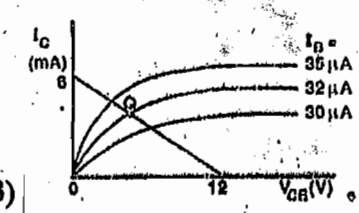
(1)



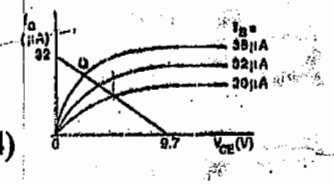
(2)



(3)



(4)

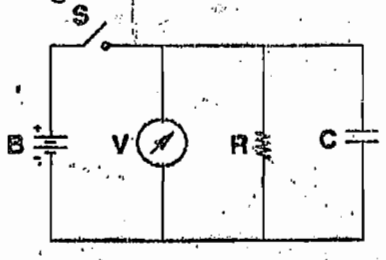


28. *यदि एक 8–बिट उत्तरोत्तर सन्निकटन अनुरूप–अंकीय–परिवर्तक (ADC) के अनुरूप निवेश को 1.0 V से 2.0 V तक बढ़ाते हैं, तो परिवर्तन काल*

(1) *अपरिवर्तित रहेगा*
(2) *दुगुना होगा*
(3) *अपने मूल मूल्य से आधा होगा*
(4) *चार गुना बढ़ेगा*

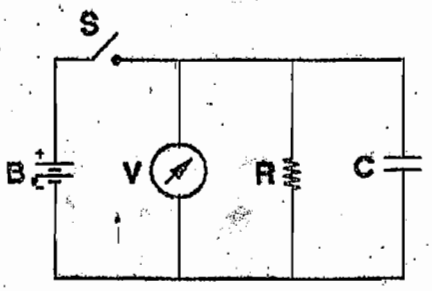
28. If the analog input to an 8-bit successive approximation ADC is increased from 1.0 V to 2.0 V, then the conversion time will
(1) remain unchanged
(2) double
(3) decrease to half its original value
(4) increase four times

29. *जैसे दर्शाया गया है, एक विद्युतरोधी कैबिल का विद्युतरोधी प्रतिरोध R, उसकी धारिता C, वोल्टमीटर तथा बैटरी B के साथ समांतर जोड़कर मापा जाता है। स्विच S के बंध होने के 1000 सेकण्ड बाद कैबिल के आरपार वोल्टेज को 150V से 15V तक गिरता है। यदि कैबिल की धारिता 5μF है, तो उसका विद्युतरोधी प्रतिरोध लगभग है :*



(1) $10^9\,\Omega$
(2) $10^8\,\Omega$
(3) $10^7\,\Omega$
(4) $10^6\,\Omega$

29. The insulation resistance R of an insulated cable is measured by connecting it in parallel with a capacitor C, a voltmeter, and battery B as shown. The voltage across the cable dropped from 150V to 15V, 1000 seconds after the switch S is closed. If the capacitance of the cable is $5\mu F$ then its insulation resistance is approximately



(1) $10^9\,\Omega$
(2) $10^8\,\Omega$
(3) $10^7\,\Omega$
(4) $10^6\,\Omega$

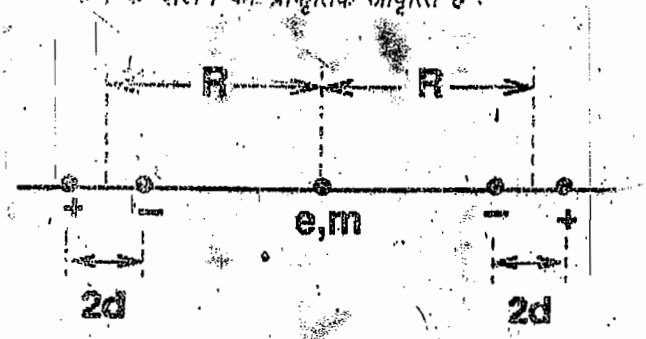
30. सन्निकटन $\cos\theta \approx 1$ तीन दशमलव बिन्दुओं तक वैध है जहां तक $|\theta|$ (मानें कि, $180°/\pi \simeq 57.29°$) इससे कम है :
(1) 1.28°
(2) 1.81°
(3) 3.28°
(4) 4.01°

30. The approximation $\cos\theta \approx 1$ is valid up to 3 decimal places as long as $|\theta|$ is less than: (take $180°/\pi \simeq 57.29°$)
(1) 1.28°
(2) 1.81°
(3) 3.28°
(4) 4.01°

31. अपने विरामस्थ तंत्र S में एक चक्रिका का क्षेत्रफल एक है (कुछ मात्रक में) । चक्रिका के समतल के साथ-साथ S के संदर्भ में u की गति से चलने वाला एक प्रेक्षक O चक्रिका को विकृत पाता है । प्रेक्षक O के विरामस्थ तंत्र में मापे गये चक्रिका का क्षेत्रफल है (निर्वात में प्रकाश की गति c है)
(1) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{1/2}$
(2) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-1/2}$
(3) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)$
(4) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-1}$

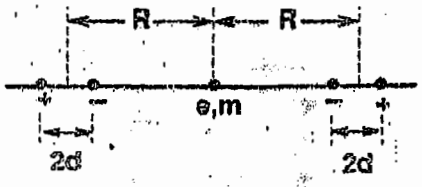
31. The area of a disc in its rest frame S is equal to 1 (in some units). The disc will appear distorted to an observer O moving with a speed u with respect to S along the plane of the disc. The area of the disc measured in the rest frame of the observer O is (c is the speed of light in vacuum)
(1) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{1/2}$
(2) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-1/2}$
(3) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)$
(4) $\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-1}$

32. जैसे चित्र में दर्शाया गया है, इकाई आवेश के दो स्थाई सरेख द्विध्रुवों को जोड़ने वाली रेखा के मध्य में द्रव्यमान m तथा आवेश e का एक कण स्थित है। (कण दोनों द्विध्रुवों को जोड़नेवाली रेखा पर ही चलने के लिये बाध्यित है) यह मानते हुये कि द्विध्रुवों की लंबाई उनके बीच की दूरी की तुलना में बहुत कम है, कण के दोलन की प्राकृतिक आवृत्ति है :



(1) $\sqrt{\frac{6e^2R^2}{\pi\varepsilon_0 md^5}}$
(2) $\sqrt{\frac{6e^2R}{\pi\varepsilon_0 md^4}}$
(3) $\sqrt{\frac{6e^2d^2}{\pi\varepsilon_0 mR^5}}$
(4) $\sqrt{\frac{6e^2d}{\pi\varepsilon_0 mR^4}}$

32. A particle of charge e and mass m is located at the midpoint of the line joining two fixed collinear dipoles with unit charges as shown in the figure. (The particle is constrained to move only along the line joining the dipoles.) Assuming that the length of the dipoles is much shorter than their separation, the natural frequency of oscillation of the particle is



(1) $\sqrt{\frac{6a^2R^2}{\pi\varepsilon_0 md^5}}$

(2) $\sqrt{\frac{6a^2R}{\pi\varepsilon_0 md^4}}$

(3) $\sqrt{\frac{6d^2a^2}{\pi\varepsilon_0 mR^5}}$

(4) $\sqrt{\frac{6a^2d}{\pi\varepsilon_0 mR^4}}$

33. *स्थिर गति $\vec{u}$ के साथ चलने वाले प्रोटानों का एक संकीर्ण किरण से एक धारा I का सृजन होता है। किरण के बाहर, अक्ष से r (जो किरण की चौड़ाई की तुलना में अत्याधिक है) की दूरी पर, पाइन्टिंग सदिश $\vec{S}$ की दिशा तथा परिमाण क्रमशः हैं :*

(1) $\vec{S} \perp \vec{u}$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\varepsilon_0 |\vec{u}| r^2}$

(2) $\vec{S} \parallel (-\vec{u})$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\varepsilon_0 |\vec{u}| r^4}$

(3) $\vec{S} \parallel \vec{u}$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\varepsilon_0 |\vec{u}| r^2}$

(4) $\vec{S} \parallel \vec{u}$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\varepsilon_0 |\vec{u}| r^4}$

33. A current I is created by a narrow beam of protons moving in vacuum with constant velocity $\vec{u}$. The direction and magnitude, respectively, of the Poynting vector $\vec{S}$ outside the beam at a radial distance r (much larger than the width of the beam) from the axis, are

(1) $\vec{S} \perp \vec{u}$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\varepsilon_0 |\vec{u}| r^2}$

(2) $\vec{S} \parallel (-\vec{u})$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\varepsilon_0 |\vec{u}| r^4}$

(3) $\vec{S} \parallel \vec{u}$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\varepsilon_0 |\vec{u}| r^2}$

(4) $\vec{S} \parallel \vec{u}$ and $|\vec{S}| = \frac{I^2}{4\pi^2\varepsilon_0 |\vec{u}| r^4}$

34. *जब सदिश विभव $\vec{A}$, $\vec{A} \rightarrow \vec{A} + \hat{r}$, जहां $\vec{r} = r(t)\hat{r}$ है, के अनुसार परिवर्तित होता है, (उपयुक्त मात्रकों में) यदि विद्युत तथा चुंबकीय क्षेत्र अपरिवर्तित हैं, तो अदिश विभव (Φ) को समक्षणिकतः इस प्रकार परिवर्तित हो जाना चाहिये :*

(1) $\Phi - r$

(2) $\Phi + r$

(3) $\Phi - \partial r/\partial t$

(4) $\Phi + \partial r/\partial t$

34. If the electric and magnetic fields are unchanged when the vector potential $\vec{A}$ changes (in suitable units) according to $\vec{A} \rightarrow \vec{A} + \hat{r}$, where $\vec{r} = r(t)\hat{r}$, then the scalar potential Φ must simultaneously change to

(1) $\Phi - r$

(2) $\Phi + r$

(3) $\Phi - \partial r/\partial t$

(4) $\Phi + \partial r/\partial t$

35. *$\rho = \rho_0 \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 e^{-r/r_0} \cos^2\varphi$ के रूप में अक्षतः सममित एक स्थैतिक आवेश बंटन पर विचारें। इस आवेश बंटन के परिणाम होने वाले द्विध्रुव आघूर्ण का त्रिज्यीय घटक है :*

(1) $2\pi\rho_0 r_0^4$

(2) $\pi\rho_0 r_0^4$

(3) $\rho_0 r_0^4$

(4) $\pi\rho_0 r_0^4/2$

35. Consider an axially symmetric static charge distribution of the form,

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 e^{-r/r_0} \cos^2\varphi$$

The radial component of the dipole moment due to this charge distribution is

(1) $2\pi\rho_0 r_0^4$

(2) $\pi\rho_0 r_0^4$

(3) $\rho_0 r_0^4$

(4) $\pi\rho_0 r_0^4/2$

36. उस आधार में जिसमें प्रचक्रण का z-घटक S_z विकर्णित है, एक इलेक्ट्रॉन $\psi = \begin{pmatrix} (1+i)/\sqrt{6} \\ \sqrt{2/3} \end{pmatrix}$ की प्रचक्रण अवस्था में है। प्रचक्रण के S_z घटक का मापन मान $\hbar/2$ तथा $-\hbar/2$ देगा, इसकी प्रायिकतायें क्रमशः हैं :

(1) 1/2 तथा 1/2
(2) 2/3 तथा 1/3
(3) 1/4 तथा 3/4
(4) 1/3 तथा 2/3

36. In a basis in which the z-component S_z of the spin is diagonal, an electron is in a spin state

$$\psi = \begin{pmatrix} (1+i)/\sqrt{6} \\ \sqrt{2/3} \end{pmatrix}$$

The probabilities that a measurement of S_z will yield the values $\hbar/2$ and $-\hbar/2$ are, respectively,

(1) 1/2 and 1/2
(2) 2/3 and 1/3
(3) 1/4 and 3/4
(4) 1/3 and 2/3

37. एक एक-विमीय आवर्ती दोलक की प्रसामान्यीकृत अवस्था $|\psi\rangle = b_1|0\rangle + b_2|1\rangle$ पर विचारें जहां $|0\rangle$ तथा $|1\rangle$ क्रमशः आद्य अवस्था तथा प्रथम उत्तेजित अवस्थाओं को निर्दिष्ट करते हैं, तथा b_1 तथा b_2 एवं वास्तविक अचर हैं। विस्थापन x का प्रत्याशित मान अवस्था $|\psi\rangle$ में न्यूनतम तब होगा जब

(1) $b_2 = 0$, $(b_1 = 1)$
(2) $b_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} b_1$
(3) $b_2 = \frac{1}{2} b_1$
(4) $b_2 = b_1$

37. Consider the normalized state $|\psi\rangle$ of a particle in a one-dimensional harmonic oscillator:

$$|\psi\rangle = b_1|0\rangle + b_2|1\rangle$$

where $|0\rangle$ and $|1\rangle$ denote the ground and first excited states respectively, and b_1 and b_2 are real constants. The expectation value of the displacement x in the state $|\psi\rangle$ will be a minimum when

(1) $b_2 = 0$, $(b_1 = 1)$
(2) $b_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} b_1$
(3) $b_2 = \frac{1}{2} b_1$
(4) $b_2 = b_1$

38. अंतरिक्ष किरणों के एक म्युऑन (μ^-) को एक प्रोटान फँसाता है, एक हाइड्रोजन जैसे अणु बनाने के लिए। यह दिया हुआ है कि म्युऑन इलेक्ट्रॉन की तुलना में 200 गुना भारी है। ऐसे अणु की स्पैक्ट्रल रेखा की दीर्घतम तरंग-दैर्ध्य होगा (लाइमन श्रेणी के अनुरूप)

(1) 5.62 Å
(2) 6.67 Å
(3) 3.75 Å
(4) 13.3 Å

38. A muon (μ^-) from cosmic rays is trapped by a proton to form a hydrogen-like atom. Given that a muon is approximately 200 times heavier than an electron, the longest wavelength of the spectral line (in the analogue of the Lyman series) of such an atom will be

(1) 5.62 Å
(2) 6.67 Å
(3) 3.75 Å
(4) 13.3 Å

39. गोलतः सममित विभव में स्थित एक कण का अप्रसामान्यीकृत तरंग फलन $\psi(\vec{r}) = zf(r)$ से दिया जाता है, जहां $f(r)$ त्रिज्यीय चर r का फलन है। संकारक $\vec{L}^2$ (अर्थात् कक्षिक कोणिक संवेग का वर्ग) का अभिलक्षणिक मान है :

(1) $\hbar^2/4$
(2) $\hbar^2/2$
(3) $\hbar^2$
(4) $2\hbar^2$

39. The un-normalized wavefunction of a particle in a spherically symmetric potential is given by

$$\psi(\vec{r}) = zf(r)$$

where $f(r)$ is a function of the radial variable r. The eigenvalue of the operator $\vec{L}^2$ (namely the square of the orbital angular momentum) is

(1) $\hbar^2/4$
(2) $\hbar^2/2$
(3) $\hbar^2$
(4) $2\hbar^2$

40. *जब दिया गया है कि*

$$\sum_{n=0}^{\infty} H_n(x)\frac{t^n}{n!} = e^{-t^2+2tx}$$

$H_4(0)$ का मान है :

(1) 12
(2) 6
(3) 24
(4) -6

40. Given that

$$\sum_{n=0}^{\infty} H_n(x)\frac{t^n}{n!} = e^{-t^2+2tx}$$

the value of $H_4(0)$ is

(1) 12
(2) 6
(3) 24
(4) -6

41. *$\hat{n}$ एक मात्रक सदिश है जो xy-तल में $\hat{\imath}$ के संदर्भ में 120° कोण पर है। सदिशों $\vec{u} = a\hat{\imath} + b\hat{n}$ एवं $\vec{v} = a\hat{n} + b\hat{\imath}$ के बीच का कोण 60° होगा यदि*

(1) $b = \sqrt{3}a/2$
(2) $b = 2a/\sqrt{3}$
(3) $b = a/2$
(4) $b = a$

41. A unit vector $\hat{n}$ on the xy-plane is at an angle of 120° with respect to $\hat{\imath}$. The angle between the vectors $\vec{u} = a\hat{\imath} + b\hat{n}$ and $\vec{v} = a\hat{n} + b\hat{\imath}$ will be 60° if

(1) $b = \sqrt{3}a/2$
(2) $b = 2a/\sqrt{3}$
(3) $b = a/2$
(4) $b = a$

42. *$z = x + iy$ लेते हुए, निम्न फलनों $f(x, y)$ में से क्या z का (संकुल) वैश्लेषिक फलन <u>नहीं</u> है ?*

(1) $f(x,y) = (x + iy - 8)^3$
$(4 + x^2 - y^2 + 2ixy)^7$
(2) $f(x,y) = (x + iy)^7(1 - x - iy)^3$
(3) $f(x,y) = (x^2 - y^2 + 2ixy - 3)^5$
(4) $f(x,y) = (1 - x + iy)^4(2 + x + iy)^6$

42. With $z = x + iy$, which of the following functions $f(x, y)$ is <u>NOT</u> a (complex) analytic function of z ?

(1) $f(x,y) = (x + iy - 8)^3$
$(4 + x^2 - y^2 + 2ixy)^7$
(2) $f(x,y) = (x + iy)^7(1 - x - iy)^3$
(3) $f(x,y) = (x^2 - y^2 + 2ixy - 3)^5$
(4) $f(x,y) = (1 - x + iy)^4(2 + x + iy)^6$

43. *विभव $V(r) = -k/r$, जहां k एक स्थिरांक है, में द्रव्यमान m तथा कोणीय संवेग L का एक ग्रह एक वृत्ताकार कक्षा में भ्रमण करता है। यदि उसे हल्का त्रिज्यीय क्षोभ दिया जाता है, उसके त्रिज्यीय दोलन की कोणीय आवृत्ति है :*

(1) $mk^2/\sqrt{2}L^3$
(2) mk^2/L^3
(3) $\sqrt{2}mk^2/L^3$
(4) $\sqrt{3}mk^2/L^3$

43. A planet of mass m and an angular momentum L moves in a circular orbit in a potential, $V(r) = -k/r$, where k is a constant. If it is slightly perturbed radially, the angular frequency of radial oscillations is

(1) $mk^2/\sqrt{2}L^3$
(2) mk^2/L^3
(3) $\sqrt{2}mk^2/L^3$
(4) $\sqrt{3}mk^2/L^3$

44. एक विम में चलते द्रव्यमान m के एक कण का लग्रांजी

$$L = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 - bx$$

से दिया जाता है, जहां b एक स्थिरांक है । (निम्न में c_1 तथा c_2 स्थिरांक लेते हैं) कण निर्देशांक $x(t)$ समय t पर इससे दिया जाता है।

(1) $-\frac{b}{2m}t^2 + c_1t + c_2$

(2) $c_1t + c_2$

(3) $c_1\cos\left(\frac{bt}{m}\right) + c_2\sin\left(\frac{bt}{m}\right)$

(4) $c_1\cosh\left(\frac{bt}{m}\right) + c_2\sinh\left(\frac{bt}{m}\right)$

44. The Lagrangian of a particle of mass m moving in one dimension is given by

$$L = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 - bx$$

where b is a positive constant. The coordinate of the particle $x(t)$ at time t is given by: (in the following c_1 and c_2 are constants)

(1) $-\frac{b}{2m}t^2 + c_1t + c_2$

(2) $c_1t + c_2$

(3) $c_1\cos\left(\frac{bt}{m}\right) + c_2\sin\left(\frac{bt}{m}\right)$

(4) $c_1\cosh\left(\frac{bt}{m}\right) + c_2\sinh\left(\frac{bt}{m}\right)$

45. एकसमान त्रिज्या r तथा लंबाई ℓ का एक बेलन तथा त्रिज्या R का एक गोला एक आनत समतल पर छोड़े जाते हैं जब दोनों के संहति–केन्द्र एक ही ऊँचाई पर हैं । यदि वे फिसले बिना लोटन करते हैं तथा यदि गोला समतल के अधोभाग पर गति V के साथ पहुंचता है, तो बेलन समतल के अधोभाग पर इस गति के साथ पहुंचेगा:

(1) $V\sqrt{\frac{14r\ell}{15R^2}}$

(2) $4V\sqrt{\frac{r}{15R}}$

(3) $\frac{4V}{\sqrt{15}}$

(4) $V\sqrt{\frac{14}{15}}$

45. A uniform cylinder of radius r and length ℓ, and a uniform sphere of radius R are released on an inclined plane when their centres of mass are at the same height. If they roll down without slipping, and if the sphere reaches the bottom of the plane with a speed V, then the speed of the cylinder when it reaches the bottom is:

(1) $V\sqrt{\frac{14r\ell}{15R^2}}$

(2) $4V\sqrt{\frac{r}{15R}}$

(3) $\frac{4V}{\sqrt{15}}$

(4) $V\sqrt{\frac{14}{15}}$

भाग 'ग' PART 'C'

46. सदिश विभव के घटक $A_\mu \equiv (A_0, A_1, A_2, A_3)$, $A_\mu = k(-xyz, yzt, zxt, xyt)$ से दिये जाते हैं, जहाँ k एक स्थिरांक है। विद्युत क्षेत्र के तीन घटक है :

(1) $k(yz, zx, xy)$ (2) $k(x, y, z)$

(3) $(0, 0, 0)$ (4) $k(xt, yt, zt)$

46. The components of a vector potential $A_\mu \equiv (A_0, A_1, A_2, A_3)$ are given by

$$A_\mu = k(-xyz, yzt, zxt, xyt)$$

where k is a constant. The three components of the electric field are

(1) $k(yz, zx, xy)$ (2) $k(x, y, z)$

(3) $(0, 0, 0)$ (4) $k(xt, yt, zt)$

47. बॉर्न सन्निकटन में, युकावा विभव $V(r) = \frac{\beta e^{-\mu r}}{r}$ के लिय (निम्न में $b = 2k\sin\frac{\theta}{2}, E = \hbar^2k^2/2m$) प्रकीर्ण आयाम $f(\theta)$ इससे दिया जाता है :

(1) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2(\mu^2+b^2)^2}$ (2) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2(\mu^2+b^2)}$

(3) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2\sqrt{\mu^2+b^2}}$ (4) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2(\mu^2+b^2)^3}$

47. In the Born approximation, the scattering amplitude $f(\theta)$ for the Yukawa potential

$$V(r) = \frac{\beta e^{-\mu r}}{r}$$

is given by: (in the following $b = 2k \sin\frac{\theta}{2}$, $E = \hbar^2k^2/2m$)

(1) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2(\mu^2+b^2)^2}$ (2) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2(\mu^2+b^2)}$

(3) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2\sqrt{\mu^2+b^2}}$ (4) $-\frac{2m\beta}{\hbar^2(\mu^2+b^2)^3}$

48. यदि विभव $V = V(r)$ के साथ वाली हैमिल्टनी के अभिलक्षणिक फलन को ψ_{nlm} निर्दिष्ट करता है, तो अवस्था $\psi = \frac{1}{5}[3\psi_{211} + \psi_{210} - \sqrt{15}\,\psi_{21-1}]$ में संकारक $L_x^2 + L_y^2$ का प्रत्याशित मान है :

(1) $39\hbar^2/25$ (2) $13\hbar^2/25$

(3) $2\hbar^2$ (4) $26\hbar^2/25$

48. If ψ_{nlm} denotes the eigenfunction of the Hamiltonian with a potential $V = V(r)$ then the expectation value of the operator $L_x^2 + L_y^2$ in the state

$$\psi = \frac{1}{5}[3\psi_{211} + \psi_{210} - \sqrt{15}\,\psi_{21-1}]$$

is

(1) $39\hbar^2/25$ (2) $13\hbar^2/25$
(3) $2\hbar^2$ (4) $26\hbar^2/25$

49. *xy-समतल में रखी गयी, 1.0 से.मी.^{2} क्षेत्रफल वाली एक पतली धातवी चद्दर के अंदर y-अक्ष की दिशा में दोलायमान धारा $I(t) = I_0 \exp(-i\omega t)$ प्रवाहित होती है। धातवी चद्दर के सतहों से प्रसारित ऊर्जा की गति इकाई क्षेत्रफल पर 100 मी. दूरी पर है:*

(1) $I_0\omega/(12\pi\varepsilon_0 c^3)$ (2) $I_0{}^2\omega^2/(12\pi\varepsilon_0 c^3)$
(3) $I_0{}^2\omega/(12\pi\varepsilon_0 c^3)$ (4) $I_0\omega^2/(24\pi\varepsilon_0 c^3)$

49. An oscillating current $I(t) = I_0 \exp(-i\omega t)$ flows in the direction of the *y*-axis through a thin metal sheet of area 1.0 cm^2 kept in the *xy*-plane. The rate of total energy radiated per unit area from the surfaces of the metal sheet at a distance of 100 m is

(1) $I_0\omega/(12\pi\varepsilon_0 c^3)$ (2) $I_0{}^2\omega^2/(12\pi\varepsilon_0 c^3)$
(3) $I_0{}^2\omega/(12\pi\varepsilon_0 c^3)$ (4) $I_0\omega^2/(24\pi\varepsilon_0 c^3)$

50. *एक द्वि–विमीय अनंत चौकोर कूप*

$$V(x,y) = \begin{cases} 0 & 0 < x < a, \quad 0 < y < a \\ \infty & \text{अन्यथा} \end{cases}$$

के बारे में विचारें। उसके प्रसामान्यीकृत अभिलक्षणिक फलन हैं

$$\psi_{n_x,n_y}(x,y) = \frac{2}{a}\sin\left(\frac{n_x\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{n_y\pi y}{a}\right)$$

जहां $n_x, n_y = 1,2,3,\cdots$। यदि अब एक क्षोभ

$$H' = \begin{cases} V_0 & 0 < x < a/2, \quad 0 < y < a/2 \\ 0 & \text{अन्यथा} \end{cases}$$

लागू किया जाता है, तो प्रथम उत्तेजित अवस्था की ऊर्जा पर कोटि V_0 तक का संशोधन है :

(1) $\frac{V_0}{4}$ (2) $\frac{V_0}{4}\left[1 \pm \frac{64}{9\pi^2}\right]$
(3) $\frac{V_0}{4}\left[1 \pm \frac{16}{9\pi^2}\right]$ (4) $\frac{V_0}{4}\left[1 \pm \frac{32}{9\pi^2}\right]$

50. Consider a two-dimensional infinite square well

$$V(x,y) = \begin{cases} 0 & 0 < x < a, \quad 0 < y < a \\ \infty & \text{otherwise} \end{cases}$$

Its normalized eigenfunctions are

$$\psi_{n_x,n_y}(x,y) = \frac{2}{a}\sin\left(\frac{n_x\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{n_y\pi y}{a}\right)$$

where $n_x, n_y = 1,2,3,\cdots$. If a perturbation

$$H' = \begin{cases} V_0 & 0 < x < \frac{a}{2}, \quad 0 < y < \frac{a}{2} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

is applied, then the correction to the energy of the first excited state to order V_0 is

(1) $\frac{V_0}{4}$ (2) $\frac{V_0}{4}\left[1 \pm \frac{64}{9\pi^2}\right]$

(3) $\frac{V_0}{4}\left[1 \pm \frac{16}{9\pi^2}\right]$ (4) $\frac{V_0}{4}\left[1 \pm \frac{32}{9\pi^2}\right]$

51. *दो आइसिंग प्रचक्रण तंत्र, S_1 तथा S_2, जो अन्योन्यक्रिया ऊर्जा $\varepsilon = -J S_1 S_2$ के साथ जब ताप T पर ऊष्मिक साम्यावस्था में हैं, तब ± 1 मान रखते हैं, इसके बारे में विचारें। अत्यधिक T के लिये, प्रणाली की माध्य ऊर्जा $C/k_B T$ के अनुसार बदलती है, जहां C है :*

(1) $-2J^2$ (2) $-J^2$
(3) J^2 (4) $4J$

51. Consider a system of two Ising spins S_1 and S_2 taking values ± 1 with interaction energy given by $\varepsilon = -J S_1 S_2$, when it is in thermal equilibrium at temperature T. For large T, the average energy of the system varies as $C/k_B T$, with C given by

(1) $-2J^2$ (2) $-J^2$
(3) J^2 (4) $4J$

52. *तीन कण A, B, C जिनमें हर एक का धर्म S है जो दो मान ± 1 ले सकता है। मानें कि किसी क्षण में $S_A = 1$, $S_B = 1$ तथा $S_C = -1$ हैं। दूसरे क्षण में हर S, $-S$ में परिवर्तित, प्रायिकता $1/3$ के साथ हो सकता है। $S_A + S_B + S_C$ अपरिवर्तित रहे, इसकी प्रायिकता है :*

(1) 2/3 (2) 1/3
(3) 2/9 (4) 4/9

52. Consider three particles A, B and C, each with an attribute S that can take two values ± 1. Let $S_A = 1$, $S_B = 1$ and $S_C = -1$ at a given instant. In the next instant, each S value can change to $-S$ with probability $1/3$. The probability that $S_A + S_B + S_C$ remains unchanged is

(1) 2/3 (2) 1/3
(3) 2/9 (4) 4/9

53. *विचरणात्मक अभिप्रायोगिक फलन $\psi(x) = A \exp(-bx^2)$ के उपयोग से, आकर्षिक डेल्टा-फलन विभव युक्त हैमिल्टनी, अर्थात, $H = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2} - \alpha\delta(x)$ की आद्यावस्था ऊर्जा का परिसर है :*
[संकेत: $\int_0^\infty e^{-t} t^a dt = \Gamma(a+1)$]

(1) $-m\alpha^2/4\pi\hbar^2$ (2) $-m\alpha^2/2\pi\hbar^2$

(3) $-m\alpha^2/\pi\hbar^2$ (4) $-m\alpha^2/\sqrt{5}\pi\hbar^2$

53. The bound on the ground state energy of the Hamiltonian with an attractive delta-function potential, namely

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2} - \alpha\delta(x)$$

using the variational principle with the trial wavefunction $\psi(x) = A\exp(-bx^2)$ is

[Note: $\int_0^\infty e^{-t}t^a dt = \Gamma(a+1)$]

(1) $-m\alpha^2/4\pi\hbar^2$ (2) $-m\alpha^2/2\pi\hbar^2$

(3) $-m\alpha^2/\pi\hbar^2$ (4) $-m\alpha^2/\sqrt{5}\pi\hbar^2$

54. *दो पृथक तंत्रों के बारे में विचारें, जिन में से हर एक में तीन सर्वसम अन्योन्यक्रियाहीन कण हैं। दोनों के एकल कण अवस्थायें, ऊर्जायें ε_0, $3\varepsilon_0$ तथा $5\varepsilon_0$ $(\varepsilon_0 > 0)$ के साथ हैं, जहां एक तंत्र प्रचक्रण-$\frac{1}{2}$ वाले प्रणाली फेर्मियानों से समष्टित है तथा दूसरी, बोसॉनों से समष्टित है। जहां E_F तथा E_B क्रमशः फेर्मीयानिक तथा बोसॉनिक तंत्रों की आद्य अवस्था ऊर्जायें हैं, $E_F - E_B$ का मूल्य क्या है ?*

(1) $6\varepsilon_0$ (2) $2\varepsilon_0$

(3) $4\varepsilon_0$ (4) ε_0

54. Consider two different systems each with three identical non-interacting particles. Both have single particle states with energies ε_0, $3\varepsilon_0$ and $5\varepsilon_0$, $(\varepsilon_0 > 0)$. One system is populated by spin-$\frac{1}{2}$ fermions and the other by bosons. What is the value of $E_F - E_B$ where E_F and E_B are the ground state energies of the fermionic and bosonic systems respectively?

(1) $6\varepsilon_0$ (2) $2\varepsilon_0$

(3) $4\varepsilon_0$ (4) ε_0

55. *एक अभिबंधी प्रवर्धक का निवेश $V_i(t) = V_i\sin(\omega t + \theta_i)$ के अनुसार है, जहां V_i, ω, θ_i क्रमशः निवेश संकेत के आयाम, आवृत्ति तथा कला हैं। इस संकेत को एक निर्देश संकेत जिसकी आवृत्ति ω वही है, आयाम V_r तथा कला θ_r हैं, से गुणा किया जाता है। यदि गुणा किये गये संकेत एक निम्न आवृत्ति निस्यन्दक, जिसका अंतक आवृत्ति ω है, को दिया जाता है, तो अंतिम निर्गम संकेत है :*

(1) $\frac{1}{2}V_iV_r\cos(\theta_i - \theta_r)$ (2) $V_iV_r\left[\cos(\theta_i - \theta_r) - \cos\left(\frac{1}{2}\omega t + \theta_i + \theta_r\right)\right]$

(3) $V_iV_r\sin(\theta_i - \theta_r)$ (4) $V_iV_r\left[\cos(\theta_i - \theta_r) + \cos\left(\frac{1}{2}\omega t + \theta_i + \theta_r\right)\right]$

55. The input to a lock-in amplifier has the form $V_i(t) = V_i\sin(\omega t + \theta_i)$ where V_i, ω, θ_i are the amplitude, frequency and phase of the input signal respectively. This signal is multiplied by a reference signal of the same frequency ω, amplitude V_r and phase θ_r. If the multiplied signal is fed to a low pass filter of cut-off frequency ω, then the final output signal is

(1) $\frac{1}{2}V_iV_r\cos(\theta_i - \theta_r)$ (2) $V_iV_r\left[\cos(\theta_i - \theta_r) - \cos\left(\frac{1}{2}\omega t + \theta_i + \theta_r\right)\right]$

(3) $V_iV_r\sin(\theta_i - \theta_r)$ (4) $V_iV_r\left[\cos(\theta_i - \theta_r) + \cos\left(\frac{1}{2}\omega t + \theta_i + \theta_r\right)\right]$

56. *सीमा प्रतिबंध* $u(0,t) = 0 = u(L,t)$ *तथा प्रारम्भिक प्रतिबंध* $u(x,0) = \sin(\pi x/L)$ *तथा* $\frac{\partial}{\partial t}u(x,t)|_{t=0} = \sin(2\pi x/L)$ *को तृप्त करता हुआ आंशिक अवकल समीकरण*

$\frac{\partial^2}{\partial t^2}u(x,t) - \frac{\partial^2}{\partial x^2}u(x,t) = 0$ *का हल है :*

(1) $\sin(\pi x/L)\ \cos(\pi t/L) + \frac{L}{2\pi}\sin(2\pi x/L)\ \cos(2\pi t/L)$
(2) $2\sin(\pi x/L)\ \cos(\pi t/L) - \sin(\pi x/L)\ \cos(2\pi t/L)$
(3) $\sin(\pi x/L)\ \cos(2\pi t/L) + \frac{L}{\pi}\sin(2\pi x/L)\ \sin(\pi t/L)$
(4) $\sin(\pi x/L)\ \cos(\pi t/L) + \frac{L}{2\pi}\sin(2\pi x/L)\ \sin(2\pi t/L)$

56. The solution of the partial differential equation

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2}u(x,t) - \frac{\partial^2}{\partial x^2}u(x,t) = 0$$

satisfying the boundary conditions $u(0,t) = 0 = u(L,t)$ and initial conditions $u(x,0) = \sin(\pi x/L)$ and $\frac{\partial}{\partial t}u(x,t)|_{t=0} = \sin(2\pi x/L)$ is

(1) $\sin(\pi x/L)\ \cos(\pi t/L) + \frac{L}{2\pi}\sin(2\pi x/L)\ \cos(2\pi t/L)$
(2) $2\sin(\pi x/L)\ \cos(\pi t/L) - \sin(\pi x/L)\ \cos(2\pi t/L)$
(3) $\sin(\pi x/L)\ \cos(2\pi t/L) + \frac{L}{\pi}\sin(2\pi x/L)\ \sin(\pi t/L)$
(4) $\sin(\pi x/L)\ \cos(\pi t/L) + \frac{L}{2\pi}\sin(2\pi x/L)\ \sin(2\pi t/L)$

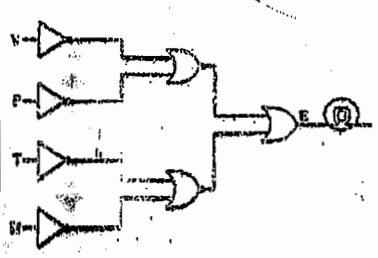
57. *हाईड्रोजन–ड्यूटीरियम् अणु* HD *के बारे में विचारें। यदि दो परमाणुओं के बीच की दूरी* 0.08 *नैनो मीटर है, तथा हाईड्रोजन परमाणु भार* 938 MeV/c^2 *है, तो दो न्यूनतम घूर्णी अवस्था ऊर्जाओं में अंतर* ΔE *लगभग है :*

(1) 10^{-1}eV (2) 10^{-2}eV
(3) 2×10^{-2}eV (4) 10^{-3}eV

57. Consider the hydrogen-deuterium molecule HD. If the mean distance between the two atoms is 0.08 nm and the mass of the hydrogen atom is 938 MeV/c^2, then the energy difference ΔE between the two lowest rotational states is approximately

(1) 10^{-1}eV (2) 10^{-2}eV
(3) 2×10^{-2}eV (4) 10^{-3}eV

58. *एक मोटर गाड़ी की गति* v, *टायर दाब* p, *ताप* t *तथा आपेक्षिक आर्द्रता* h *को क्रमशः चार अंकरूप निर्गम* V, P, T, H *मॉनीटर करते हैं, जो, जब प्राचल क्रमशः* 85 *कि. मी. प्रति घंटा,* 2 *बॉर,* 40° *तथा* 50% *से ऊपर हो जाते हैं,* 0 *से* 1 *में परिवर्तित होते हैं। निर्गम* E *पर बत्ती को जलाने के लिये एक तर्क परिपथ का प्रयोग किया जाता है।*



निम्न प्रतिबंधों में क्या बत्ती को जलायेगी ?

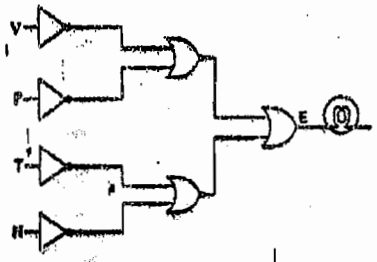
(1) $v < 85$ कि. मी. प्रति घंटा, $p < 2$ बॉर, $t > 40°$ C , $h > 50$ %

(2) $v < 85$ कि. मी. प्रति घंटा, $p < 2$ बॉर, $t > 40°$ C, $h < 50$ %

(3) $v > 85$ कि. मी. प्रति घंटा, $p < 2$ बॉर, $t > 40°$ C, $h < 50$ %

(4) $v > 85$ कि. मी. प्रति घंटा, $p < 2$ बॉर, $t < 40°$ C, $h > 50$ %

58. Four digital outputs V, P, T and H monitor the speed v, tyre pressure p, temperature t and relative humidity h of a car. These outputs switch from 0 to 1 when the values of the parameters exceed 85 km/hr, 2 bar, 40° C and 50%, respectively. A logic circuit that is used to switch ON a lamp at the output E is shown below.



Which of the following conditions will switch the lamp ON ?

(1) $v < 85$ km/hr, $p < 2$ bar, $t > 40°$ C , $h > 50$ %

(2) $v < 85$ km/hr, $p < 2$ bar, $t > 40°$ C, $h < 50$ %

(3) $v > 85$ km/hr, $p < 2$ bar, $t > 40°$ C, $h < 50$ %

(4) $v > 85$ km/hr, $p < 2$ bar, $t < 40°$ C, $h > 50$ %

59. प्रारंभिक प्रतिबंध $x(0) = 1$ के साथ, अवकल समीकरण $\frac{dx}{dt} = x^2$ का हल फूट पड़ता है जब t इसके निकट आता है :

(1) 1 (2) 2

(3) 1/2 (4) ∞

59. The solution of the differential equation

$$\frac{dx}{dt} = x^2$$

with the initial condition $x(0) = 1$ will blow up as t tends to

(1) 1
(2) 2
(3) 1/2
(4) ∞

60. *माना कि u अंतराल [0,1] में एकसमान बंटित यादृच्छिक चर है तथा $V = -c \ln u$ जहां c एक वास्तविक स्थिरांक है। यदि अंतराल [0,∞) में मानक विचलन एक के साथ V को घरघातांकीरूप में बंटित होना है तो c का मान होना चाहिए:*

(1) $\ln 2$
(2) 1/2
(3) 1
(4) −1

60. Let u be a random variable uniformly distributed in the interval [0,1] and $V = -c \ln u$, where c is a real constant. If V is to be exponentially distributed in the interval [0,∞) with unit standard deviation, then the value of c should be

(1) $\ln 2$
(2) 1/2
(3) 1
(4) −1

61. $\frac{1}{s^2(s+1)}$ *का व्युत्क्रम लप्लास रूपान्तरण है :*

(1) $\frac{1}{2}t^2e^{-t}$
(2) $\frac{1}{2}t^2 + 1 - e^{-t}$
(3) $t - 1 + e^{-t}$
(4) $\frac{1}{2}t^2(1 - e^{-t})$

61. The inverse Laplace transform of $\frac{1}{s^2(s+1)}$ is

(1) $\frac{1}{2}t^2e^{-t}$
(2) $\frac{1}{2}t^2 + 1 - e^{-t}$
(3) $t - 1 + e^{-t}$
(4) $\frac{1}{2}t^2(1 - e^{-t})$

62. *d दिक्स्थान–विम में एक वृक्ष–पिंड की स्वातंत्र्य कोटि की संख्या होगी*

(1) $2d$
(2) 6
(3) $d(d+1)/2$
(4) $d!$

62. The number of degrees of freedom of a rigid body in d space-dimensions is

(1) $2d$
(2) 6
(3) $d(d+1)/2$
(4) $d!$

63. *द्रव्यमान m का एक कण अपनी विभव ऊर्जा $V(x) = ax - bx^3$ की स्थायी साम्यावस्था स्थान में है, जहां a, b स्थिरांक हैं। उसकी गति को अस्थायी बनाने के लिये उसको न्यूनतम वेग इतना देना चाहिये :*

(1) $(64a^3/9m^2b)^{1/4}$ (2) $(64a^3/27m^2b)^{1/4}$

(3) $(16a^3/27m^2b)^{1/4}$ (4) $(3a^3/64m^2b)^{1/4}$

63. A particle of mass m is at the stable equilibrium position of its potential energy

$$V(x) = ax - bx^3$$

where a, b are positive constants. The minimum velocity that has to be imparted to the particle to render its motion unstable is

(1) $(64a^3/9m^2b)^{1/4}$ (2) $(64a^3/27m^2b)^{1/4}$

(3) $(16a^3/27m^2b)^{1/4}$ (4) $(3a^3/64m^2b)^{1/4}$

64. *यदि आव्यूह A तथा B क्रमविनिमेय संबंध $[A, B] = I$ को तृप्त करते हैं जहाँ I तत्समक संकारक है, तो*

(1) $[e^A, B] = e^A$ (2) $[e^A, B] = [e^B, A]$

(3) $[e^A, B] = [e^{-B}, A]$ (4) $[e^A, B] = I$

64. If the operators A and B satisfy the commutation relation $[A, B] = I$, where I is the identity operator, then

(1) $[e^A, B] = e^A$ (2) $[e^A, B] = [e^B, A]$

(3) $[e^A, B] = [e^{-B}, A]$ (4) $[e^A, B] = I$

65. *एक तंत्र हैमिल्टनी*

$$H = \frac{1}{2}(p_x - ay)^2 + \frac{1}{2}(p_y - bx)^2$$

से नियंत्रित है, जहां a तथा b स्थिरांक हैं, एवं p_x, p_y, x तथा y के संवेग संयुग्मी हैं। a तथा b के किन मानों पर राशियां $(p_x - 3y)$ एवं $(p_y + 2x)$ संरक्षित होंगी ?

(1) $a = -3,\ b = 2$ (2) $a = 3,\ b = -2$

(3) $a = 2,\ b = -3$ (4) $a = -2,\ b = 3$

65. A system is governed by the Hamiltonian

$$H = \frac{1}{2}(p_x - ay)^2 + \frac{1}{2}(p_y - bx)^2$$

where a and b are constants and p_x, p_y are momenta conjugate to x and y respectively.

For what values of a and b will the quantities $(p_x - 3y)$ and $(p_y + 2x)$ be conserved?

(1) $a = -3,\ b = 2$
(2) $a = 3,\ b = -2$
(3) $a = 2,\ b = -3$
(4) $a = -2,\ b = 3$

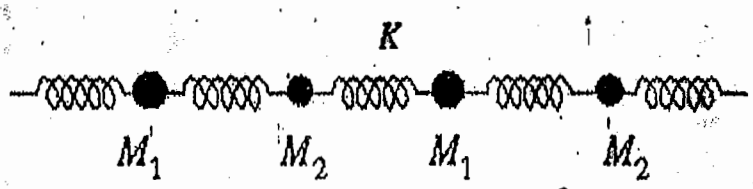
66. *आवृत्ति निर्भर ड्रूड फार्मुला के उपयोग से, संचारण–लाइन की तरह उपयोग में आने वाली धात्विक तार का प्रभावी गतिज प्रेरकत्व क्या है ? [निम्न में इलेक्ट्रोन द्रव्यमान m, इलेक्ट्रोन घनत्व n, तार–दीर्घता ℓ, तथा तार अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A हैं]*

(1) $mA/(ne^2\ell)$
(2) zero
(3) $m\ell/(ne^2A)$
(4) $m\sqrt{A}/(ne^2\ell^2)$

66. Using the frequency-dependent Drude formula, what is the effective kinetic inductance of a metallic wire that is to be used as a transmission line? [In the following, the electron mass is m, density of electrons is n, and the length and cross-sectional area of the wire are ℓ and A respectively.]

(1) $mA/(ne^2\ell)$
(2) zero
(3) $m\ell/(ne^2A)$
(4) $m\sqrt{A}/(ne^2\ell^2)$

67. *द्रव्यमान M_1 तथा M_2 के साथ निम्न एक–विमीय द्वि–परमाणवीय जालक (जैसे चित्र में दर्शाया गया है) के लिये फोटोन परिक्षेपण*

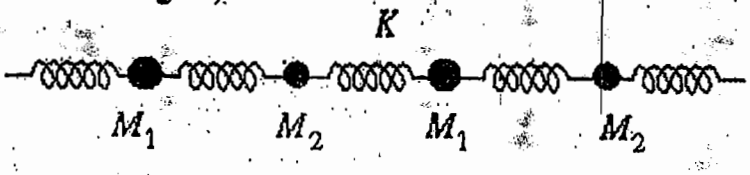


$$\omega^2(q) = K\left(\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2}\right)\left[1 \pm \sqrt{1 - \frac{4M_1M_2}{(M_1+M_2)^2}\sin^2\left(\frac{qa}{2}\right)}\right]$$

से दिया जाता है, जहां a जालक प्राचल तथा K कमानी स्थिरांक हैं। ध्वनि की गति है :

(1) $\sqrt{\frac{K(M_1+M_2)}{2M_1M_2}}\,a$
(2) $\sqrt{\frac{K}{2(M_1+M_2)}}\,a$
(3) $\sqrt{\frac{K(M_1+M_2)}{M_1M_2}}\,a$
(4) $\sqrt{\frac{KM_1M_1}{2(M_1+M_2)^3}}\,a$

67. The phonon dispersion for the following one-dimensional diatomic lattice with masses M_1 and M_2 (as shown in the figure)



is given by

$$\omega^2(q) = K\left(\frac{1}{M_1}+\frac{1}{M_2}\right)\left[1 \pm \sqrt{1-\frac{4M_1M_2}{(M_1+M_2)^2}\sin^2\left(\frac{qa}{2}\right)}\right]$$

where a is the lattice parameter and K is the spring constant. The velocity of sound is

(1) $\sqrt{\frac{K(M_1+M_2)}{2M_1M_2}}\,a$ (2) $\sqrt{\frac{K}{2(M_1+M_2)}}\,a$

(3) $\sqrt{\frac{K(M_1+M_2)}{M_1M_2}}\,a$ (4) $\sqrt{\frac{KM_1M_1}{2(M_1+M_2)^3}}\,a$

68. *एक हल्की नाभिक* (Z,A) *की बंधन–ऊर्जा* MeV *में, सन्निकटित फार्मुला*

$$B(A,Z) \approx 16A - 20A^{2/3} - \frac{3}{4}Z^2A^{-1/3} + 30\frac{(N-Z)^2}{A}$$

से दी जाती है, जहां $N = A - Z$, *न्यूट्रॉन संख्या है। किसी* A *के सदृश समभारिक परमाणुओं में सबसे स्थायी परमाणु का* Z *मान है :*

(1) $\frac{A}{2}\left(1-\frac{A^{2/3}}{160}\right)^{-1}$ (2) $\frac{A}{2}$

(3) $\frac{A}{2}\left(1-\frac{A^{2/3}}{120}\right)^{-1}$ (4) $\frac{A}{2}\left(1+\frac{A^{4/3}}{64}\right)$

68. The binding energy of a light nucleus (Z, A) in MeV is given by the approximate formula

$$B(A,Z) \approx 16A - 20A^{2/3} - \frac{3}{4}Z^2A^{-1/3} + 30\frac{(N-Z)^2}{A}$$

where $N = A - Z$ is the neutron number. The value of Z of the most stable isobar for a given A is

(1) $\frac{A}{2}\left(1-\frac{A^{2/3}}{160}\right)^{-1}$ (2) $\frac{A}{2}$

(3) $\frac{A}{2}\left(1-\frac{A^{2/3}}{120}\right)^{-1}$ (4) $\frac{A}{2}\left(1+\frac{A^{4/3}}{64}\right)$

69. *कण* a *तथा उसके प्रतिकण के विलोपन, अर्थात् प्रक्रिया* $a + \bar{a} \rightarrow \mu^+ + \mu^-$ *से म्यूऑन निर्मित होते हैं।*

म्यूआन का विराम द्रव्यमान 105 MeV/c^2 *है तथा उचित जीव काल* 2 *माइक्रो सेकण्ड है। यदि संघट्ट ऊर्जा संहति–केन्द्र फ्रेम में* 2.1 GeV *है तो अन्योन्यक्रिया बिन्दु से* 6 *कि. मी. दूरी पर स्थित संसूचक पर पहुंचने से पहले म्यूऑनों का यह भिन्न क्षय होगा।*

(1) e^{-1} (2) $1 - e^{-1}$

(3) $1 - e^{-2}$ (4) e^{-10}

69. Muons are produced through the annihilation of particle a and its antiparticle, namely the process

$$a + \bar{a} \rightarrow \mu^+ + \mu^-$$

A muon has a rest mass of 105 MeV/c^2 and its proper life time is 2 μs. If the center of mass energy of the collision is 2.1 GeV in the laboratory frame that coincides with the center-of-mass frame, then the fraction of muons that will decay before they reach a detector placed 6 km away from the interaction point is

(1) e^{-1} (2) $1 - e^{-1}$

(3) $1 - e^{-2}$ (4) e^{-10}

70. *0.75 कि.मी. दीर्घ द्वि–तार संचारण लाइन में दो चालक केन्द्र से केन्द्र दूरी 0.2 मी. अलग हैं। यदि हर चालक का व्यास 4 से.मी. है, तो लाइन की धारिता है*

(1) 8.85 μF (2) 88.5 nF
(3) 8.85 pF (4) 8.85 nF

70. The conductors in a 0.75 km long two-wire transmission line are separated by a centre-to-centre distance of 0.2 m. If each conductor has a diameter of 4 cm, then the capacitance of the line is

(1) 8.85 μF (2) 88.5 nF
(3) 8.85 pF (4) 8.85 nF

71. *एक–विमीय धातु का इलेक्ट्रोन परिक्षेपण संबंध*

$$\varepsilon_k = 2\varepsilon_0 \left[\sin^2 \frac{ka}{2} - \frac{1}{6} \sin^2 ka \right]$$

से दिया जाता है, जहां k संवेग, a जालक स्थिरांक, ε_0 एक स्थिरांक जिसकी विमा ऊर्जा का है, तथा $|ka| \leq \pi$ है। यदि चालक बैंड में हर परमाणु के इलेक्ट्रोनों की माध्य संख्या 1/3 है, तो फर्मी ऊर्जा है :

(1) $\varepsilon_0/4$ (2) ε_0
(3) $2\varepsilon_0/3$ (4) $5\varepsilon_0/3$

71. The electron dispersion relation for a one-dimensional metal is given by

$$\varepsilon_k = 2\varepsilon_0 \left[\sin^2 \frac{ka}{2} - \frac{1}{6} \sin^2 ka \right]$$

where k is the momentum, a is the lattice constant, ε_0 is a constant having dimensions of energy and $|ka| \leq \pi$. If the average number of electrons per atom in the conduction band is 1/3, then the Fermi energy is

(1) $\varepsilon_0/4$
(2) ε_0
(3) $2\varepsilon_0/3$
(4) $5\varepsilon_0/3$

72. *हाईड्रोजन परमाणु की इलेक्ट्रोनिक ऊर्जा अवस्थायें $E_n = -13.6/n^2$eV से दिये जाते हैं। यदि एक लेसर के उपयोग से $n = 100$ स्तर तक वरणात्मक उत्तेजन कराना है, तो लेसर का उच्चतम अनुमत आवृत्ति रेखा-विस्तार है:*

(1) 6.5 MHz
(2) 6.5 GHz
(3) 6.5 Hz
(4) 6.5 kHz

72. The electronic energy levels in a hydrogen atom are given by $E_n = -13.6/n^2$ eV. If a selective excitation to the $n = 100$ level is to be made using a laser, the maximum allowed frequency line-width of the laser is

(1) 6.5 MHz
(2) 6.5 GHz
(3) 6.5 Hz
(4) 6.5 kHz

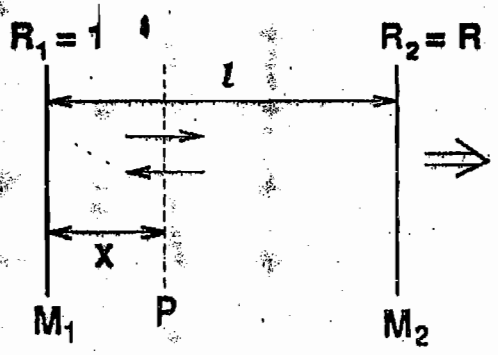
73. *द्विविम इलेक्ट्रोन तंत्र की ऊर्जा परिक्षेपण यदि $E = uhk$ है, जहां u गति तथा k संवेग हैं, अवस्था घनत्व $D(E)$ ऊर्जा पर इस प्रकार निर्भर है :*

(1) $1/\sqrt{E}$
(2) $\sqrt{E}$
(3) E
(4) constant

73. If the energy dispersion of a two-dimensional electron system is $E = uhk$ where u is the velocity and k is the momentum, then the density of states $D(E)$ depends on the energy as

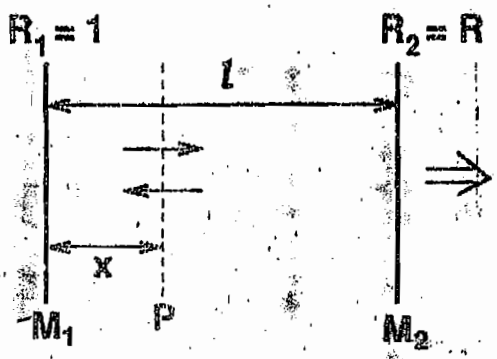
(1) $1/\sqrt{E}$
(2) $\sqrt{E}$
(3) E
(4) constant

74. *चित्र में दर्शाये गये लेसर अनुनादक गुहिका के बारे में विचारें :*
यदि दर्पण M_1 पर विकिरण की तीव्रता I_1 है, तथा α दर्पणों के बीच के माध्यम की लब्धि गुणांक है, M_1 से दूरी x पर समतल P पर फोटोनों की ऊर्जा घनत्व है :



(1) $(I_1/c)e^{-\alpha x}$
(2) $(I_1/c)e^{\alpha x}$
(3) $(I_1/c)(e^{\alpha x} + e^{-\alpha x})$
(4) $(I_1/c)e^{2\alpha x}$

74. Consider the laser resonator cavity shown in the figure.



If I_1 is the intensity of the radiation at mirror M_1 and α is the gain coefficient of the medium between the mirrors, then the energy density of photons in the plane P at a distance x from M_1 is

(1) $(I_1/c)e^{-\alpha x}$ (2) $(I_1/c)e^{\alpha x}$

(3) $(I_1/c)(e^{\alpha x} + e^{-\alpha x})$ (4) $(I_1/c)e^{2\alpha x}$

75. *प्रचक्रण ½ वाला एक कण A का क्षय* $A \rightarrow B + C + D$ *के अनुसार होता है, जहां विदित है कि* B *तथा* C *भी प्रचक्रण ½ वाले कण हैं। कण* D *के लिये अनुमत प्रचक्रण मूल्यों का संपूर्ण समुच्चय है :*

(1) $\frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}, 3, \cdots$ (2) 0, 1

(3) केवल $\frac{1}{2}$. (4) $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \frac{7}{2}, \cdots$

75. A spin-½ particle A undergoes the decay

$$A \rightarrow B + C + D$$

where it is known that B and C are also spin-½ particles. The complete set of allowed values of the spin of the particle D is

(1) $\frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}, 3, \cdots$ (2) 0, 1

(3) $\frac{1}{2}$ only (4) $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \frac{7}{2}, \cdots$

Sr.No. 25400

E

SUBJECT CODE BOOKLET CODE

2013 (II)
PHYSICAL SCIENCES
TEST BOOKLET

5 B

3E

Time : 3:00 Hours *Maximum Marks: 200*

INSTRUCTIONS

1. **You have opted for English as medium of Question Paper.** This Test Booklet contains seventy five (20 Part'A'+25 Part 'B' + 30 Part 'C') Multiple Choice Questions (MCQs). You are required to answer a maximum of 15, 20 and 20 questions from part 'A' 'B' and 'C' respectively. If more than required number of questions are answered, only first 15, 20, 20 questions in Parts 'A' 'B' and 'C' respectively, will be taken up for evaluation.
2. Answer sheet has been provided separately. Before you start filling up your particulars, please ensure that the booklet contains requisite number of pages and that these are not torn or mutilated. If it is so, you may request the Invigilator to change the booklet. Likewise, check the answer sheet also. Sheets for rough work have been appended to the test booklet.
3. Write your Roll No., Name and Serial Number of this Test Booklet on the Answer sheet in the space provided. Also put your signatures in the space earmarked.
4. **You must darken the appropriate circles with a black ball pen related to Roll Number, Subject Code, Booklet Code and Centre Code on the OMR answer sheet. It is the sole responsibility of the candidate to meticulously follow the instructions given on the Answer Sheet, failing which, the computer shall not be able to decipher the correct details which may ultimately result in loss, including rejection of the OMR answer sheet.**
5. Each question in Part 'A' carries 2 marks, Part 'B' 3.5 marks and Part 'C' 5 marks respectively. There will be negative marking @ 25% for each wrong answer.
6. Below each question in Part 'A', 'B' and 'C' four alternatives or responses are given. Only one of these alternatives is the "correct" option to the question. You have to find, for each question, the correct or the best answer.
7. Candidates found copying or resorting to any unfair means are liable to be disqualified from this and future examinations.
8. Candidate should not write anything anywhere except on answer sheet or sheets for rough work.
9. Use of calculator is not permitted.
10. **After the test is over, at the perforation point, tear the OMR answer sheet, hand over the original OMR answer sheet to the invigilator and retain the carbonless copy.**

Roll No. .....

Name .....

OMR Answer Sheet No. .....

I have verified all the information filled in by the candidate.

.....
Signature of the Invigilator

ANSWER KEY **BOOKLET :- B**

PHYSICAL SCIENCES (ENGLISH)

QNO	KEY	QNO	KEY	QNO	KEY
1	2 2	36	2	71	2
2	2 2	37	2	72	2
3	3 3	38	2	73	4
4	3 3	39	1	74	1
5	4 4	40	4	75	1
6	3 3	41	4		
7	3 3	42	2		
8	2 2	43	3		
9	3 3	44	3		
10	2 2	45	1		
11	4 4	46	3		
12	1 1	47	4		
13	3 3	48	1		
14	4 4	49	4		
15	1 1	50	3		
16	2 2	51	4		
17	1 1	52	3		
18	3 3	53	3		
19	4 4	54	4		
20	1 1	55	1		
21	1 1	56	4		
22	3 3	57	3		
23	2 2	58	1		
24	4 4	59	3		
25	4 4	60	4		
26	2 2	61	4		
27	3 3	62	1		
28	2 2	63	3		
29	2 2	64	3		
30	3 3	65	1		
31	4 4	66	4		
32	3 3	67	2		
33	3 3	68	1		
34	4 4	69	4		
35	1 1	70	2		

PART 'A'

1. Three fishermen caught fishes and went to sleep. One of them woke up, took away one fish and 1/3rd of the remainder as his share, without others' knowledge. Later, the three of them divided the remainder equally. How many fishes were caught?
   1. 58
   2. 19
   3. 76
   4. 88

2. What is the arithmetic mean of $\frac{1}{1\times 2}$, $\frac{1}{2\times 3}$, $\frac{1}{3\times 4}$, $\frac{1}{4\times 5}$, …, $\frac{1}{100\times 101}$?
   1. 0.01
   2. $\frac{1}{101}$
   3. 0.00111…
   4. $\frac{\frac{1}{49\times 50}+\frac{1}{50\times 51}}{2}$

3. Every time a ball falls to ground, it bounces back to half the height it fell from. A ball is dropped from a height of 1024 cm. The maximum height from the ground to which it can rise after the tenth bounce is
   1. 102.4 cm
   2. 1.24 cm
   3. 1 cm
   4. 2 cm

4. A circle of radius 7 units lying in the fourth quadrant touches the x-axis at (10, 0). The centre of the circle has coordinates
   1. (7, 7)
   2. (− 10, 7)
   3. (10, − 7)
   4. (7, − 7)

5. A cylinder of radius 1 cm and height 1 cm is broken into three pieces. Which of the following MUST be true?
   1. At least one piece has volume equal to 1 cm^3.
   2. At least two pieces have equal volumes.
   3. At least one piece has volume less than 1 cm^3.
   4. At least one piece has volume greater than 1 cm^3.

6. One of the four – A, B, C and D – committed a crime. A said, "I did it." B said, "I didn't." C said, "B did it." D said, "A did it." Who is lying?
   1. A
   2. B
   3. C
   4. D

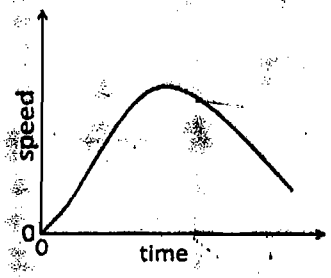
7. Consider the sequence of ordered sets of natural numbers:
   {1}, {2, 3}, {4, 5, 6},…
   What is the last number in the 10th set?
   1. 10
   2. 19
   3. 55
   4. 67

8. If $a + b + c + d + e = 10$ (all positive numbers), then the maximum value of $a \times b \times c \times d \times e$ is
   1. 12
   2. 32
   3. 48
   4. 72

9. A farmer gives 7 full, 7 half-full and 7 empty bottles of honey to his three sons and asks them to share these among themselves such that each of them gets the same amount of honey and the same number of bottles. In how many ways can this be done? (bottles cannot be distinguished otherwise, they are sealed and cannot be broken).

1. 0
2. 1
3. 2
4. 3

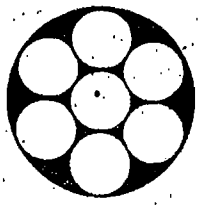
10. A car is moving along a straight track. Its speed is changing with time as shown:



Which of the following statements is correct?

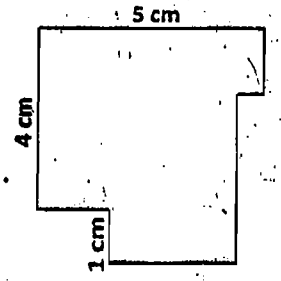
1. The speed is never zero.
2. The acceleration is zero once on the path.
3. The distance covered initially increases and then decreases.
4. The car comes back to its initial position once.

11. A circle circumscribes identical, close-packed circles of unit diameter as shown. What is the total area of the shaded portion?



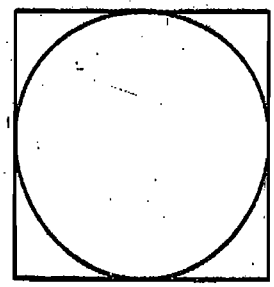
1. 2
2. 2π
3. 1/2
4. $\pi/2$

12. What is the perimeter of the given figure, where adjacent sides are at right angles to each other?



1. 20 cm
2. 18 cm
3. 21 cm
4. cannot be determined

13. What does the diagram establish?



Note: The diagram is a circle inside a square.

1. $\pi > 3$
2. $\pi \geq 2\sqrt{2}$
3. $\pi < 4$
4. π is closer to 3 than to 4.

14. What is the next number in the following sequence?

39, 42, 46, 50, ...

1. 52
2. 53
3. 54
4. 55

15. $(25 \div 5 + 3 - 2 \times 4) + (16 \times 4 - 3) =$

1. 61
2. 22
3. 41/24
4. 16

16. A student buys a book from an online shop at 20% discount. His friend buys another copy of the same book in a book fair for Rs.192 paying 20% less than his friend. What is the full price of the book?

1. Rs.275
2. Rs.300
3. Rs.320
4. Rs.392

17. How many nine-digit positive integers are there, the sum of squares of whose digits is 2?

1. 8
2. 9
3. 10
4. 11

18. 366 players participate in a knock-out tournament. In each round, all competing players pair together and play a match, the winner of each match moving to the next round. If at the end of a round there is an odd number of winners, the unpaired one moves to the next round without playing a match. What is the total number of matches played?

1. 366
2. 282
3. 365
4. 418

19. For real numbers x and y, $x^2 + (y-4)^2 = 0$. Then the value of $x + y$ is

1. 0
2. 2
3. $\sqrt{2}$
4. 4

20. There are 2 hills, A and B, in a region. If hill A is located N30°E of hill B, what will be the direction of hill B when observed from hill A? (N 30°E means 30° from north towards east).

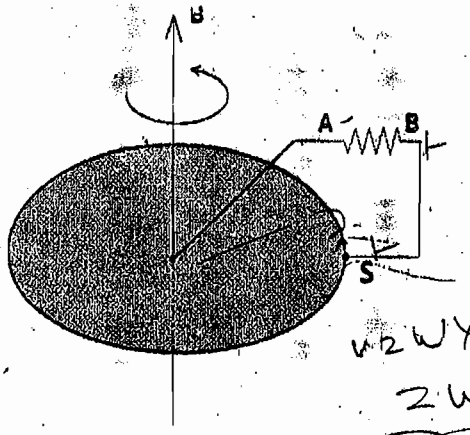
1. S 30°W
2. S 60°W
3. S 30°E
4. S 60°E

PART 'B'

21. Let $(V, \mathbf{A})$ and $(V', \mathbf{A}')$ denote two sets of scalar and vector potentials, and ψ a scalar function. Which of the following transformations leave the electric and magnetic fields (and hence Maxwell's equations) unchanged?

1. $\mathbf{A}' = \mathbf{A} + \nabla\psi$ and $V' = V - \frac{\partial \psi}{\partial t}$
2. $\mathbf{A}' = \mathbf{A} - \nabla\psi$ and $V' = V + 2\frac{\partial \psi}{\partial t}$
3. $\mathbf{A}' = \mathbf{A} + \nabla\psi$ and $V' = V + \frac{\partial \psi}{\partial t}$
4. $\mathbf{A}' = \mathbf{A} - 2\nabla\psi$ and $V' = V - \frac{\partial \psi}{\partial t}$

22. A horizontal metal disc rotates about the vertical axis in a uniform magnetic field pointing up as shown in the figure. A circuit is made by connecting one end A of a resistor to the centre of the disc and the other end B to its edge through a sliding contact S. The current that flows through the resistor is



1. zero
2. DC from A to B
3. DC from B to A
4. AC

23. A spin-$\frac{1}{2}$ particle is in the state $\chi = \frac{1}{\sqrt{11}}\begin{pmatrix} 1+i \\ 3 \end{pmatrix}$ in the eigenbasis of $\mathbf{S}^2$ and S_z. If we measure S_z, the probabilities of getting $+\frac{\hbar}{2}$ and $-\frac{\hbar}{2}$, respectively, are

1. $\frac{1}{2}$ and $\frac{1}{2}$
2. $\frac{2}{11}$ and $\frac{9}{11}$
3. 0 and 1
4. $\frac{1}{11}$ and $\frac{3}{11}$

24. The motion of a particle of mass m in one dimension is described by the Hamiltonian $H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 + \lambda x$

What is the difference between the (quantized) energies of the first two levels? (In the following, $\langle x \rangle$ is the expectation value of x in the ground state.)

1. $\hbar\omega - \lambda\langle x \rangle$
2. $\hbar\omega + \lambda\langle x \rangle$
3. $\hbar\omega + \frac{\lambda^2}{2m\omega^2}$
4. $\hbar\omega$

25. Let ψ_{nlm} denote the eigenfunctions of a Hamiltonian for a spherically symmetric potential $V(r)$. The expectation value of L_z in the state

$$\psi = \frac{1}{6}\left[\psi_{200} + \sqrt{5}\psi_{210} + \sqrt{10}\psi_{21-1} + \sqrt{20}\psi_{211}\right]$$

is

1. $-\frac{5}{18}\hbar$
2. $\frac{5}{6}\hbar$
3. $\hbar$
4. $\frac{5}{18}\hbar$

26. Three identical spin-$\frac{1}{2}$ fermions are to be distributed in two non-degenerate distinct energy levels. The number of ways this can be done is

1. 8
2. 4
3. 3
4. 2

27. Consider the melting transition of ice into water at constant pressure. Which of the following thermodynamic quantities does not exhibit a discontinuous change across the phase transition?

1. internal energy
2. Helmholtz free energy
3. Gibbs free energy
4. entropy

28. Two different thermodynamic systems are described by the following equations of state:

$$\frac{1}{T^{(1)}} = \frac{3RN^{(1)}}{2U^{(1)}} \quad \text{and} \quad \frac{1}{T^{(2)}} = \frac{5RN^{(2)}}{2U^{(2)}}$$

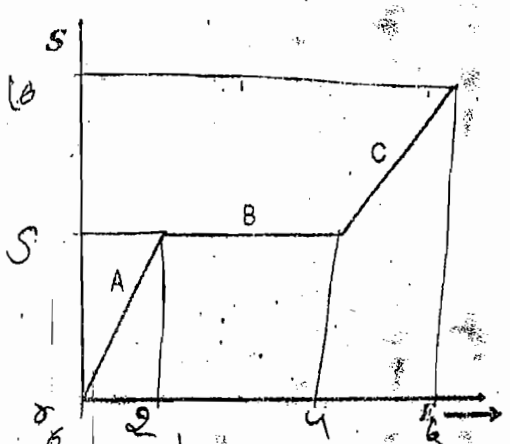
where $T^{(1,2)}$, $N^{(1,2)}$ and $U^{(1,2)}$ are respectively, the temperatures, the mole numbers and the internal energies of the two systems, and R is the gas constant. Let U_{tot} denote the total energy when these two systems are put in contact and attain thermal equilibrium. The ratio $\frac{U^{(1)}}{U_{tot}}$ is

1. $\frac{3N^{(2)}}{3N^{(1)}+5N^{(2)}}$
2. $\frac{3N^{(1)}}{3N^{(1)}+5N^{(2)}}$
3. $\frac{N^{(1)}}{N^{(1)}+N^{(2)}}$
4. $\frac{N^{(2)}}{N^{(1)}+N^{(2)}}$

29. The speed v of the molecules of mass m of an ideal gas obeys Maxwell's velocity distribution law at an equilibrium temperature T. Let (v_x, v_y, v_z) denote the components of the velocity and k_B the Boltzmann constant. The average value of $(\alpha v_x - \beta v_y)^2$, where α and β are constants, is

1. $(\alpha^2 - \beta^2) k_B T/m$
2. $(\alpha^2 + \beta^2) k_B T/m$
3. $(\alpha + \beta)^2 k_B T/m$
4. $(\alpha - \beta)^2 k_B T/m$

30. The entropy S of a thermodynamic system as a function of energy E is given by the following graph



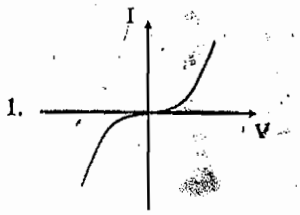
The temperatures of the phases A, B and C, denoted by T_A, T_B and T_C, respectively, satisfy the following inequalities:

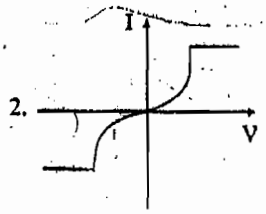
1. $T_C > T_B > T_A$
2. $T_A > T_C > T_B$
3. $T_B > T_C > T_A$
4. $T_B > T_A > T_C$

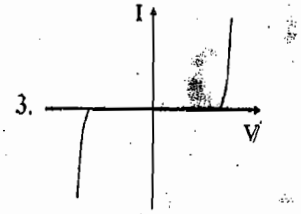
31. The physical phenomenon that **cannot** be used for memory storage applications is

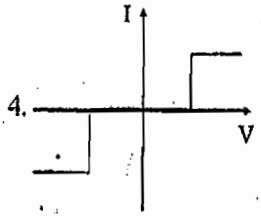
1. large variation in magnetoresistance as a function of applied magnetic field
2. variation in magnetization of a ferromagnet as a function of applied magnetic field
3. variation in polarization of a ferroelectric as a function of applied electric field
4. variation in resistance of a metal as a function of applied electric field

32. Two identical Zener diodes are placed back to back in series and are connected to a variable DC power supply. The best representation of the I-V characteristics of the circuit is

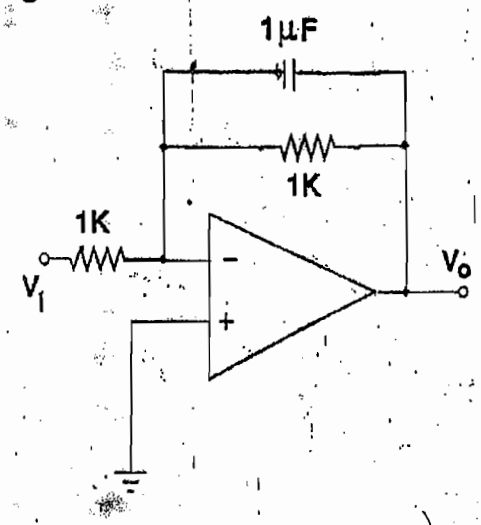
1. 

2. 

3. 

4. 

33. Consider the op-amp circuit shown in the figure.



If the input is a sinusoidal wave $V_I = 5\sin(1000t)$, then the amplitude of the output V_0 is

1. $\frac{5}{2}$
2. 5
3. $\frac{5\sqrt{2}}{2}$
4. $5\sqrt{2}$

34. If one of the inputs of a J-K flip flop is high and the other is low, then the outputs Q and $\bar{Q}$

1. oscillate between low and high in race-around condition
2. toggle and the circuit acts like a T flip-flop
3. are opposite to the inputs
4. follow the inputs and the circuit acts like an R-S flip flop

35. If A, B and C are non-zero Hermitian operators, which of the following relations **must be false**?

1. $[A,B]=C$
2. $AB+BA=C$
3. $ABA=C$
4. $A+B=C$

36. The expression

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x_1^2}+\frac{\partial^2}{\partial x_2^2}+\frac{\partial^2}{\partial x_3^2}+\frac{\partial^2}{\partial x_4^2}\right)\frac{1}{\left(x_1^2+x_2^2+x_3^2+x_4^2\right)}$$

is proportional to

1. $\delta(x_1+x_2+x_3+x_4)$
2. $\delta(x_1)\delta(x_2)\delta(x_3)\delta(x_4)$
3. $\left(x_1^2+x_2^2+x_3^2+x_4^2\right)^{-3/2}$
4. $\left(x_1^2+x_2^2+x_3^2+x_4^2\right)^{-2}$

37. Given that the integral $\int_0^\infty \frac{dx}{y^2+x^2}=\frac{\pi}{2y}$, the value of $\int_0^\infty \frac{dx}{\left(y^2+x^2\right)^2}$ is

1. $\frac{\pi}{y^3}$
2. $\frac{\pi}{4y^3}$
3. $\frac{\pi}{8y^3}$
4. $\frac{\pi}{2y^3}$

38. A loaded dice has the probabilities $\frac{1}{21}, \frac{2}{21}, \frac{3}{21}, \frac{4}{21}, \frac{5}{21}$ and $\frac{6}{21}$ of turning up 1, 2, 3, 4, 5 and 6, respectively. If it is thrown twice, what is the probability that the sum of the numbers that turn up is even?

1. $\frac{144}{441}$
2. $\frac{225}{441}$
3. $\frac{221}{441}$
4. $\frac{220}{441}$

39. Which of the following functions **cannot** be the real part of a complex analytic function of $z=x+iy$?

1. x^2y
2. x^2-y^2
3. x^3-3xy^2
4. $3x^2y-y-y^3$

40. A particle moves in a potential $V=x^2+y^2+\frac{z^2}{2}$. Which component(s) of the angular momentum are constant(s) of motion?

1. none
2. L_x, L_y and L_z
3. only L_x and L_y
4. only L_z

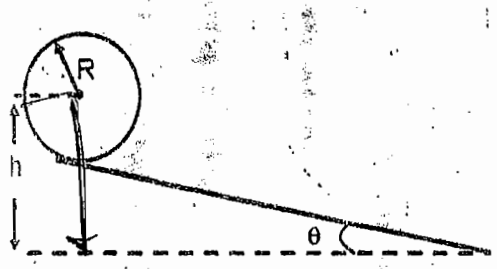
41. Let A, B and C be functions of phase space variables (coordinates and momenta of a mechanical system). If $\{,\}$ represents the Poisson bracket, the value of $\{A,\{B,C\}\}-\{\{A,B\},C\}$ is given by

1. 0
2. $\{B,\{C,A\}\}$
3. $\{A,\{C,B\}\}$
4. $\{\{C,A\},B\}$

42. The Hamiltonian of a relativistic particle of rest mass m and momentum p is given by $H=\sqrt{p^2+m^2}+V(x)$, in units in which the speed of light $c=1$. The corresponding Lagrangian is

1. $L=m\sqrt{1+\dot{x}^2}-V(x)$
2. $L=-m\sqrt{1-\dot{x}^2}-V(x)$
3. $L=\sqrt{1+m\dot{x}^2}-V(x)$
4. $L=\frac{1}{2}m\dot{x}^2-V(x)$

43. A ring of mass m and radius R rolls (without slipping) down an inclined plane starting from rest. If the centre of the ring is initially at a height h, the angular velocity when the ring reaches the base is



1. $\sqrt{g/(h-R)}\tan\theta$
2. $\sqrt{g/(h-R)}$
3. $\sqrt{g(h-R)/R^2}$
4. $\sqrt{2g/(h-R)}$

44. Two monochromatic sources, L_1, and L_2, emit light at 600 and 700 nm, respectively. If their frequency bandwidths are 10^{-1} and 10^{-3} GHz, respectively, then the ratio of linewidth of L_1 to L_2 is approximately

1. 100:1
2. 1:85
3. 75:1
4. 1:75

45. The force between two long and parallel wires carrying currents I_1 and I_2 and separated by a distance D is proportional to

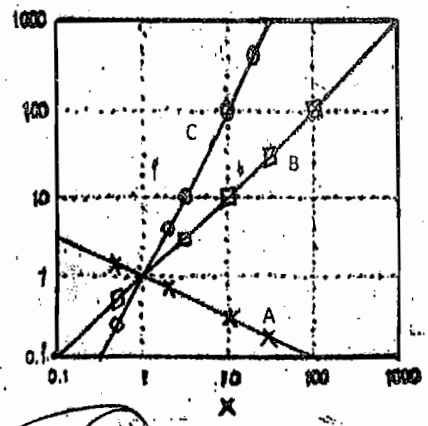
1. $I_1 I_2/D$
2. $(I_1+I_2)/D$
3. $(I_1 I_2/D)^2$
4. $I_1 I_2/D^2$

Part 'C'

46. A Carnot cycle operates as a heat engine between two bodies of equal heat capacity until their temperatures become equal. If the initial temperatures of the bodies are T_1 and T_2, respectively, and $T_1 > T_2$ then their common final temperature is

1. T_1^2/T_2
2. T_2^2/T_1
3. $\sqrt{T_1 T_2}$
4. $\frac{1}{2}(T_1+T_2)$

47. Three sets of data A, B and C from an experiment, represented by ×, □ and ○, are plotted on a log-log scale. Each of these are fitted with straight lines as shown in the figure.



The functional dependence $y(x)$ for the sets A, B and C are, respectively

1. $\sqrt{x}$, x and x^2
2. $-\frac{x}{2}$, x and $2x$
3. $\frac{1}{x^2}$, x and x^2
4. $\frac{1}{\sqrt{x}}$, x and x^2

48. A sample of Si has electron and hole mobilities of 0.13 and 0.05 $m^2/V\text{-}s$ respectively at 300 K. It is doped with P and Al with doping densities of $1.5 \times 10^{21}/m^3$ and $2.5 \times 10^{21}/m^3$ respectively. The conductivity of the doped Si sample at 300 K is

1. $8\ \Omega^{-1}m^{-1}$
2. $32\ \Omega^{-1}m^{-1}$
3. $20.8\ \Omega^{-1}m^{-1}$
4. $83.2\ \Omega^{-1}m^{-1}$

49. A 4-variable switching function is given by $f=\Sigma(5,7,8,10,13,15)+d(0,1,2)$, where d is the do-not-care-condition. The minimized form of f in sum of products (SOP) form is

1. $\bar{A}\bar{C}+\bar{B}\bar{D}$
2. $A\bar{B}+C\bar{D}$
3. $A\bar{D}+BC$
4. $\bar{B}\bar{D}+BD$

50. A perturbation $V_{pert}=aL^2$ is added to the Hydrogen atom potential. The shift in the energy level of the 2P state, when the effects of spin are neglected up to second order in a, is

1. 0
2. $2a\hbar^2+a^2\hbar^4$
3. $2a\hbar^2$
4. $a\hbar^2+\frac{3}{2}a^2\hbar^4$

51. A gas laser cavity has been designed to operate at $\lambda = 0.5\ \mu m$ with a cavity length of 1m. With this set-up, the frequency is found to be larger than the desired frequency by 100 Hz. The change in the effective length of the cavity required to retune the laser is

1. -0.334×10^{-12} m
2. 0.334×10^{-12} m
3. 0.167×10^{-12} m
4. -0.167×10^{-12} m

52. The spectroscopic symbol for the ground state of ^{13}Al is $^2P_{1/2}$. Under the action of a strong magnetic field (when L-S coupling can be neglected) the ground state energy level will split into

1. 3 levels
2. 4 levels
3. 5 levels
4. 6 levels

53. A uniform linear monoatomic chain is modeled by a spring-mass system of masses m separated by nearest neighbor distance a and spring constant $m\omega_0^2$. The dispersion relation for this system is

1. $\omega(k)=2\omega_0\left(1-\cos\left(\frac{ka}{2}\right)\right)$
2. $\omega(k)=2\omega_0\sin^2\left(\frac{ka}{2}\right)$

3. $\omega(k)=2\omega_0 \sin\left(\frac{ka}{2}\right)$

4. $\omega(k)=2\omega_0 \tan\left(\frac{ka}{2}\right)$

54. The energy of an electron in a band as a function of its wave vector **k** is given by $E(\mathrm{k})=E_0-B\left(\cos k_x a+\cos k_y a+\cos k_z a\right)$, where E_0, B and a are constants. The effective mass of the electron near the bottom of the band is

1. $\frac{2\hbar^2}{3Ba^2}$
2. $\frac{\hbar^2}{3Ba^2}$
3. $\frac{\hbar^2}{2Ba^2}$
4. $\frac{\hbar^2}{Ba^2}$

55. A DC voltage V is applied across a Josephson junction between two superconductors with a phase difference ϕ_0. If I_0 and k are constants that depend on the properties of the junction, the current flowing through it has the form

1. $I_0 \sin\left(\frac{2eVt}{\hbar}+\phi_0\right)$
2. $kV \sin\left(\frac{2eVt}{\hbar}+\phi_0\right)$
3. $kV \sin\phi_0$
4. $I_0 \sin\phi_0 + kV$

56. Consider the following ratios of the partial decay widths

$$R_1=\frac{\Gamma\left(\rho^+\to\pi^+ +\pi^0\right)}{\Gamma\left(\rho^-\to\pi^- +\pi^0\right)} \text{ and}$$

$$R_2=\frac{\Gamma\left(\Delta^{++}\to\pi^+ + p\right)}{\Gamma\left(\Delta^-\to\pi^- + n\right)}.$$

If the effects of electromagnetic and weak interactions are neglected, then R_1 and R_2 are, respectively,

1. 1 and $\sqrt{2}$
2. 1 and 2
3. 2 and 1
4. 1 and 1

57. The intrinsic electric dipole moment of a nucleus ${}^{A}_{Z}X$

1. increases with Z, but independent of A
2. decreases with Z, but independent of A
3. is always zero
4. increases with Z and A

58. According to the shell model, the total angular momentum (in units of $\hbar$) and the parity of the ground state of the ${}^{7}_{3}\mathrm{Li}$ nucleus is

1. $\frac{3}{2}$ with negative parity
2. $\frac{3}{2}$ with positive parity
3. $\frac{1}{2}$ with positive parity
4. $\frac{7}{2}$ with negative parity

59. Let **A** and **B** be two vectors in three-dimensional Euclidean space. Under rotation, the tensor product $T_{ij} = A_i B_j$

1. reduces to a direct sum of three 3-dimensional representations
2. is an irreducible 9-dimensional representation
3. reduces to a direct sum of a 1-dimensional, a 3-dimensional and a 5-dimensional irreducible representations
4. reduces to a direct sum of a 1-dimensional and an 8-dimensional irreducible representations

60. The Fourier transform of the derivative of the Dirac δ-function, namely $\delta'(x)$, is proportional to

1. 0
2. 1
3. $\sin k$
4. ik

61. If $\mathbf{A} = \hat{i}\,yz + \hat{j}\,xz + \hat{k}\,xy$, then the integral $\oint_C \mathbf{A}\cdot d\mathbf{l}$ (where C is along the perimeter of a rectangular area bounded by $x = 0$, $x = a$ and $y = 0$, $y = b$) is

1. $\frac{1}{2}(a^3 + b^3)$
2. $\pi(ab^2 + a^2 b)$
3. $\pi(a^3 + b^3)$
4. 0

62. Consider an $n \times n$ $(n > 1)$ matrix A, in which A_{ij} is the product of the indices i and j (namely $A_{ij} = ij$). The matrix A

1. has one degenerate eigenvalue with degeneracy $(n-1)$
2. has two degenerate eigenvalues with degeneracies 2 and $(n-2)$
3. has one degenerate eigenvalue with degeneracy n
4. does not have any degenerate eigenvalue

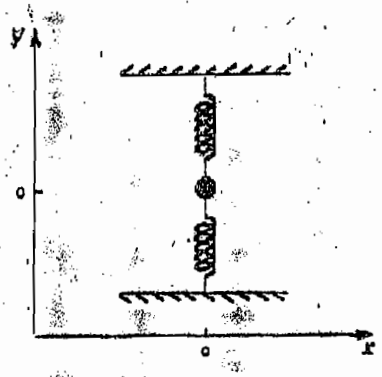
63. A pendulum consists of a ring of mass M and radius R suspended by a massless rigid rod of length l attached to its rim. When the pendulum oscillates in the plane of the ring, the time period of oscillation is

1. $2\pi\sqrt{\frac{l+R}{g}}$
2. $\frac{2\pi}{\sqrt{g}}\left(l^2 + R^2\right)^{1/4}$
3. $2\pi\sqrt{\frac{2R^2 + 2Rl + l^2}{g(R+l)}}$
4. $\frac{2\pi}{\sqrt{g}}\left(2R^2 + 2Rl + l^2\right)^{1/4}$

64. Spherical particles of a given material of density ρ are released from rest inside a liquid medium of lower density. The viscous drag force may be approximated by the Stoke's law, *i.e.*, $F_d = 6\pi\eta R v$, where η is the viscosity of the medium, R the radius of a particle and v its instantaneous velocity. If $\tau(m)$ is the time taken by a particle of mass m to reach half its terminal velocity, then the ratio $\tau(8m)/\tau(m)$ is

1. 8
2. 1/8
3. 4
4. 1/4

65. Consider a particle of mass m attached to two identical springs each of length l and spring constant k (see the figure below). The equilibrium configuration is the one where the springs are unstretched. There are no other external forces on the system. If the particle is given a small displacement along the x-axis, which of the following describes the equation of motion for small oscillations?



1. $m\ddot{x}+\frac{kx^3}{l^2}=0$
2. $m\ddot{x}+kx=0$
3. $m\ddot{x}+2kx=0$
4. $m\ddot{x}+\frac{kx^2}{l}=0$

66. If $\psi(x)=A\exp(-x^4)$ is the eigenfunction of a one dimensional Hamiltonian with eigenvalue $E=0$, the potential $V(x)$ (in units where $\hbar=2m=1$) is

1. $12x^2$
2. $16x^6$
3. $16x^6+12x^2$
4. $16x^6-12x^2$

67. A particle is in the ground state of an infinite square well potential given by,

$$V(x)=\begin{cases}0 & \text{for } -a\le x\le a\\ \infty & \text{otherwise}\end{cases}$$

The probability to find the particle in the interval between $-\frac{a}{2}$ and $\frac{a}{2}$ is

1. $\frac{1}{2}$
2. $\frac{1}{2}+\frac{1}{\pi}$
3. $\frac{1}{2}-\frac{1}{\pi}$
4. $\frac{1}{\pi}$

68. The expectation value of the x-component of the orbital angular momentum L_x in the state

$$\psi=\frac{1}{5}\left[3\psi_{2,1,-1}+\sqrt{5}\psi_{2,1,0}-\sqrt{11}\psi_{2,1,+1}\right]$$

(where ψ_{nlm} are the eigenfunctions in usual notation), is

1. $-\frac{\hbar\sqrt{10}}{25}\left(\sqrt{11}-3\right)$
2. 0
3. $\frac{\hbar\sqrt{10}}{25}\left(\sqrt{11}+3\right)$
4. $\hbar\sqrt{2}$

69. A particle is prepared in a simultaneous eigenstate of L^2 and L_z. If $\ell(\ell+1)\hbar^2$ and $m\hbar$ are respectively the eigenvalues of L^2 and L_z, then the expectation value $\langle L_x^2\rangle$ of the particle in this state satisfies

1. $\langle L_x^2\rangle=0$
2. $0\le\langle L_x^2\rangle\le\ell^2\hbar^2$
3. $0\le\langle L_x^2\rangle\le\frac{\ell(\ell+1)\hbar^2}{3}$
4. $\frac{\ell\hbar^2}{2}\le\langle L_x^2\rangle\le\frac{\ell(\ell+1)\hbar^2}{2}$

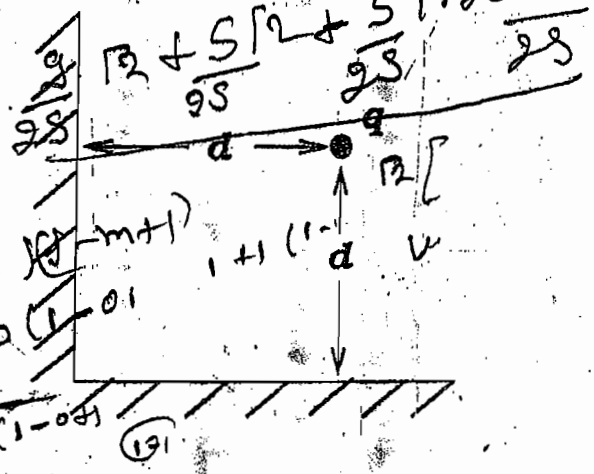
70. If the electrostatic potential $V(r,\theta,\phi)$ in a charge free region has the form $V(r,\theta,\phi) = f(r)\cos\theta$, then the functional form of $f(r)$ (in the following a and b are constants) is:

1. $ar^2 + \frac{b}{r}$
2. $ar + \frac{b}{r^2}$
3. $ar + \frac{b}{r}$
4. $a\ln\left(\frac{r}{b}\right)$

71. The electric field of an electromagnetic wave is given by $\vec{E} = E_0 \cos\left[\pi(0.3x + 0.4y - 1000t)\right]\hat{k}$. The associated magnetic field $\vec{B}$ is

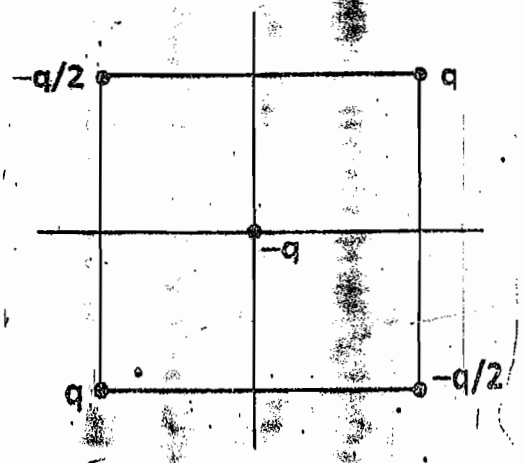
1. $10^{-3} E_0 \cos\left[\pi(0.3x + 0.4y - 1000t)\right]\hat{k}$
2. $10^{-4} E_0 \cos\left[\pi(0.3x + 0.4y - 1000t)\right](4\hat{i} - 3\hat{j})$
3. $E_0 \cos\left[\pi(0.3x + 0.4y - 1000t)\right](0.3\hat{i} + 0.4\hat{j})$
4. $10^{2} E_0 \cos\left[\pi(0.3x + 0.4y - 1000t)\right](3\hat{i} + 4\hat{j})$

72. A point charge q is placed symmetrically at a distance d from two perpendicularly placed grounded conducting infinite plates as shown in the figure. The net force on the charge (in units of $1/4\pi\epsilon_0$) is



1. $\frac{q^2}{8d^2}(2\sqrt{2} - 1)$ away from the corner
2. $\frac{q^2}{8d^2}(2\sqrt{2} - 1)$ towards the corner
3. $\frac{q^2}{2\sqrt{2}d^2}$ towards the corner
4. $\frac{3q^2}{8d^2}$ away from the corner

73. Let four point charges $q, -q/2, q$ and $-q/2$ be placed at the vertices of a square of length a. Let another point charge $-q$ be placed at the centre of the square (see the figure).



Let $V(r)$ be the electrostatic potential at a point P at a distance $r \gg a$ from the centre of the square. Then $V(2r)/V(r)$ is

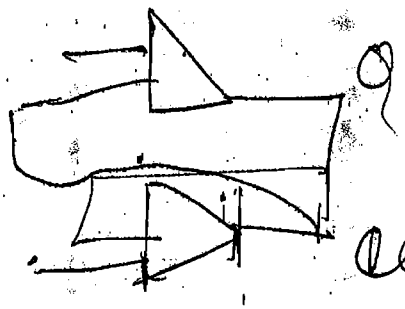
1. 1
2. $\frac{1}{2}$
3. $\frac{1}{4}$
4. $\frac{1}{8}$

74. A system of N classical non-interacting particles, each of mass m, is at a temperature T and is confined by the external potential $V(r)=\frac{1}{2}Ar^2$ (where A is a constant) in three dimensions. The internal energy of the system is

1. $3Nk_BT$
2. $\frac{3}{2}Nk_BT$
3. $N(2mA)^{3/2}k_BT$
4. $N\sqrt{\frac{A}{m}}\ln\left(\frac{k_BT}{m}\right)$

75. A child makes a random walk on a square lattice of lattice constant a taking a step in the north, east, south, or west directions with probabilities 0.255, 0.255, 0.245, and 0.245, respectively. After a large number of steps, N, the expected position of the child with respect to the starting point is at a distance

1. $\sqrt{2}\times10^{-2}Na$ in the north-east direction
2. $\sqrt{2N}\times10^{-2}a$ in the north-east direction
3. $2\sqrt{2}\times10^{-2}Na$ in the north-east direction
4. 0



E

SUBJECT CODE | BOOKLET CODE

2014 (I)
PHYSICAL SCIENCES
TEST BOOKLET

5 | B

Time : 3:00 Hours — *Maximum Marks: 200*

INSTRUCTIONS

1. **You have opted for English as medium of Question Paper.** This Test Booklet contains seventy five (20 Part 'A'+25 Part 'B' + 30 Part 'C') Multiple Choice Questions (MCQs). You are required to answer a maximum of 15, 20 and 20 questions from part 'A' 'B' and 'C' respectively. If more than required number of questions are answered, only first 15, 20, 20 questions in Parts 'A' 'B' and 'C' respectively, will be taken up for evaluation.
2. Answer sheet has been provided separately. Before you start filling up your particulars, please ensure that the booklet contains requisite number of pages and that these are not torn or mutilated. If it is so, you may request the Invigilator to change the booklet of the same code. Likewise, check the answer sheet also. Sheets for rough work have been appended to the test booklet.
3. Write your Roll No., Name and Serial Number of this Test Booklet on the Answer sheet in the space provided. Also put your signatures in the space earmarked.
4. **You must darken the appropriate circles with a black ball pen related to Roll Number, Subject Code, Booklet Code and Centre Code on the OMR answer sheet. It is the sole responsibility of the candidate to meticulously follow the instructions given on the Answer Sheet, failing which, the computer shall not be able to decipher the correct details which may ultimately result in loss, including rejection of the OMR answer sheet.**
5. Each question in Part 'A' carries 2 marks, Part 'B' 3.5 marks and Part 'C' 5 marks respectively. There will be negative marking @ 25% for each wrong answer.
6. Below each question in Part 'A', 'B' and 'C' four alternatives or responses are given. Only one of these alternatives is the "correct" option to the question. You have to find, for each question, the correct or the best answer.
7. Candidates found copying or resorting to any unfair means are liable to be disqualified from this and future examinations.
8. Candidate should not write anything anywhere except on answer sheet or sheets for rough work.
9. Use of calculator is not permitted.
10. **After the test is over, at the perforation point, tear the OMR answer sheet, hand over the original OMR answer sheet to the invigilator and retain the carbonless copy for your record.**
11. Candidates who sit for the entire duration of the exam will only be permitted to carry their Test booklet.

Roll No. 512704

Name JOGENDER SENAM

OMR Answer Sheet No. 512704

I have verified all the information filled in by the candidate.

.....
Signature of the Invigilator

ANSWER KEY JUNE, 2014 JRF NET BOOKLET :- B

PHYSICAL SCIENCES (ENGLISH & BILINGUAL)

QNO	KEY	QNO	KEY	QNO	KEY
1	2	36	4	71	1
2	3	37	2	72	4
3	2	38	2	73	1
4	3	39	4	74	4
5	2	40	3	75	2
6	2	41	3		
7	4	42	3		
8	4	43	1		
9	2	44	3		
10	4	45	1		
11	3	46	1		
12	4	47	3		
13	4	48	3		
14	2	49	2		
15	3	50	3		
16	2	51	4		
17	4	52	1		
18	2	53	3		
19	3	54	3		
20	2	55	1		
21	4	56	2		
22	4	57	4		
23	3	58	4		
24	2	59	3		
25	1	60	2		
26	3	61	2		
27	1	62	2		
28	1	63	4		
29	3	64	1		
30	4	65	4		
31	1	66	2		
32	1	67	3		
33	2	68	2		
34	4	69	4		
35	4	70	3		

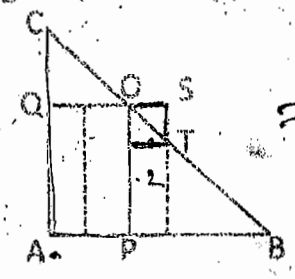
PART 'A'

1. Find the missing letter

A	B	C	D
F	I	L	O
K	P	U	Z
P	W	D	?

1. P
2. K
3. J
4. L

2. Consider a right-angled triangle ABC where AB = AC = 3. A rectangle APOQ is drawn inside it, as shown, such that the height of the rectangle is twice its width. The rectangle is moved horizontally by a distance 0.2 as shown schematically in the diagram (not to scale).



What is the value of the ratio $\frac{\text{Area of } \Delta ABC}{\text{Area of } \Delta OST}$?

1. 625
2. 400
3. 225
4. 125

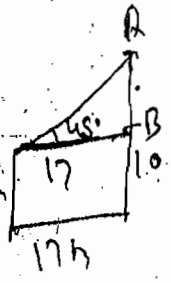
3. 80 gsm paper is cut into sheets of 200 mm × 300 mm size and assembled in packets of 500 sheets. What will be the weight of a packet? (gsm = g/m^2)

1. 1.2 kg
2. 2.4 kg
3. 3.6 kg
4. 4.8 kg

4. Three identical flat equilateral-triangular plates of side 5 cm each are placed together such that they form a trapezium. The length of the longer of the two parallel sides of this trapezium is

1. $5\sqrt{\frac{3}{4}}$ cm
2. $5\sqrt{2}$ cm
3. 10 cm
4. $10\sqrt{3}$ cm

5. An archer climbs to the top of a 10 m high building and aims at a bird atop a tree 17 m away. The line of sight from the archer to the bird makes an angle of 45° to the horizontal. What is the height of the tree?

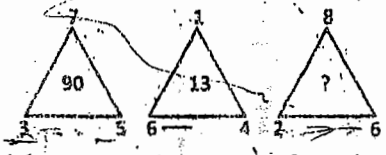


1. 17 m
2. 27 m
3. 37 m
4. 47 m

6. Consider the set of numbers $\{17^1, 17^2, \cdots, 17^{390}\}$. How many of these numbers end with the digit 3?

1. 60
2. 75
3. 100
4. 150

7. Find the missing number in the triangle.



1. 16
2. 96
3. 50
4. 80

8. The time gap between the two instants, one before and one after 12.00 noon, when the angle between the hour hand and the minute hand is 66°, is

1. 12 min
2. 16 min
3. 18 min
4. 24 min

9. A merchant buys equal numbers of shirts and trousers and pays Rs. 38000. If the cost of 3 shirts is Rs. 800 and that of a trouser is Rs. 1000, then how many shirts were bought?

1. 60
2. 30
3. 15
4. 10

10. In the growing years of a child, the height increases as the square root of the age while the weight increases in direct

proportion to the age. The ratio of the weight to the square of the height in this phase of growth

1. is constant.
2. reduces with age.
3. increases with age.
4. is constant only if the weight and height at birth are both zero.

11. In 450 g of pure coffee powder 50 g of chicory is added. A person buys 100 g of this mixture and adds 5 g of chicory to that. What would be the rounded-off percentage of chicory in this final mixture?

1. 10
2. 5
3. 14
4. 15

12. Suppose in a box there are 20 red, 30 black, 40 blue and 50 white balls. What is the minimum number of balls to be drawn, without replacement, so that you are certain about getting 4 red, 5 black, 6 blue and 7 white balls?

1. 140
2. 97
3. 104
4. 124

13. Suppose

$$x \Delta y = (x - y)^2$$
$$x \circ y = (x + y)^2$$
$$x * y = (x \times y)^{-1}$$
$$x \cdot y = x \times y$$

$+$, $-$ and $\times$ have their usual meanings. What is the value of

$$\{(197 \circ 315) - (197 \Delta 315)\} \cdot (197 * 315)?$$

1. 118
2. 512
3. 2
4. 4

14. Students in group A obtained the following marks: 40, 80, 70, 50, 60, 90, 30. Students in group B obtained 40, 80, 35, 70, 85, 45, 50, 75, 60 marks. Define

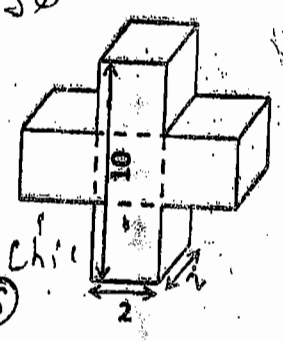
dispersion (D) = (maximum marks − minimum marks), and

relative dispersion (RD) $= \frac{\text{dispersion}}{\text{mean}}$.

Then,

1. RD of group A = RD of group B.
2. RD of group A > RD of group B.
3. RD of group A < RD of group B.
4. D of group A < D of group B.

15. The following diagram shows 2 perpendicularly inter-grown prismatic crystals (twins) of identical shape and size. What is the volume of the object shown (units are arbitrary)?



1. 60
2. 65
3. 72
4. 80

16. If $A \times B = 24, B \times C = 32, C \times D = 48$ then $A \times D$

1. cannot be found.
2. is a perfect square.
3. is a perfect cube.
4. is odd.

17. Suppose n is a positive integer. Then $(n^2 + n)(2n + 1)$

1. may not be divisible by 2.
2. is always divisible by 2 but may not be divisible by 3.
3. is always divisible by 3 but may not be divisible by 6.
4. is always divisible by 6.

18. There is a train of length 500 m, in which a man is standing at the rear end. At the instant the rear end crosses a stationary observer on a platform, the man starts walking from the rear to the front and the front to the rear of the train at a constant speed of 3 km/hr. The speed of the train is 80 km/hr. The distance of the man from the observer at the end of 30 minutes is

1. 41.5 km.
2. 40.5 km.
3. 40.0 km.
4. 41.0 km.

19. A rectangular area of sides 9 and 6 units is to be covered by square tiles of sides 1, 2, and 5 units. The minimum number of tiles needed for this is

1. 3
2. 11
3. 12
4. 15

20. If all horses are donkeys, some donkeys are monkeys, and some monkeys are men, then which statement must be true?

1. All donkeys are men.
2. Some donkeys may be men.
3. Some horses are men.
4. All horses are also monkeys.

PART 'B'

21. One gram of salt is dissolved in water that is filled to a height of 5 cm in a beaker of diameter 10 cm. The accuracy of length measurement is 0.01 cm while that of mass measurement is 0.01 mg. When measuring the concentration C, the fractional error $\Delta C/C$ is

1. 0.8%
2. 0.14%
3. 0.5%
4. 0.28%

22. A system can have three energy levels: $E = 0, \pm\varepsilon$. The level $E = 0$ is doubly degenerate, while the others are non-degenerate. The average energy at inverse temperature β is

1. $-\varepsilon \tanh(\beta\varepsilon)$
2. $\frac{\varepsilon(e^{\beta\varepsilon}-e^{-\beta\varepsilon})}{(1+e^{\beta\varepsilon}+e^{-\beta\varepsilon})}$
3. zero
4. $-\varepsilon \tanh\left(\frac{\beta\varepsilon}{2}\right)$

23. For a particular thermodynamic system the entropy S is related to the internal energy U and volume V by

$$S = c\, U^{3/4} V^{1/4}$$

where c is a constant. The Gibbs potential $G = U - TS + pV$ for this system is

1. $\frac{3pU}{4T}$
2. $\frac{cU}{3}$
3. zero
4. $\frac{US}{4V}$

24. An op amp-based voltage follower

1. is useful for converting a low impedance source into a high impedance source
2. is useful for converting a high impedance source into a low impedance source
3. has infinitely high closed loop output impedance
4. has infinitely high closed loop gain

25. A particle of mass m in three dimensions is in the potential

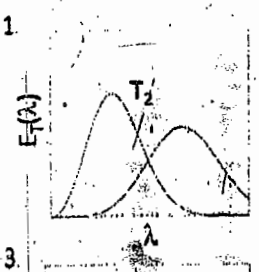
$$V(r) = \begin{cases} 0 & r < a \\ \infty & r \geq a \end{cases}$$

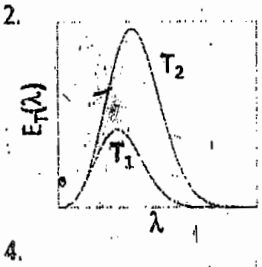
Its ground state energy is

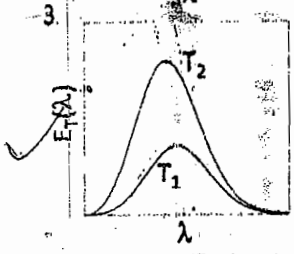
1. $\frac{\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$
2. $\frac{\pi^2\hbar^2}{ma^2}$
3. $\frac{3\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$
4. $\frac{9\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$

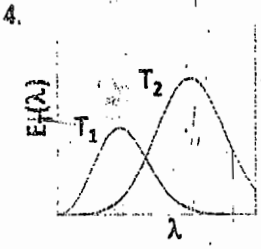
26. Which of the graphs below gives the correct qualitative behavior of the energy density $E_T(\lambda)$ of blackbody

radiation of wavelength λ at two temperatures T_1 and T_2 ($T_1 < T_2$)?

1. 

2. 

3. 

4. 

27. Given that $\hat{p}_r = -i\hbar\left(\frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r}\right)$, the uncertainty Δp_r in the ground state

$$\psi_0(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}}\, e^{-r/a_0}$$

of the hydrogen atom is

1. $\frac{\hbar}{a_0}$
2. $\frac{\sqrt{2}\hbar}{a_0}$
3. $\frac{\hbar}{2a_0}$
4. $\frac{2\hbar}{a_0}$

28. An RC network produces a phase-shift of 30°. How many such RC networks should be cascaded together and connected to a Common Emitter amplifier so that the final circuit behaves as an oscillator?

1. 6
2. 12
3. 9
4. 3

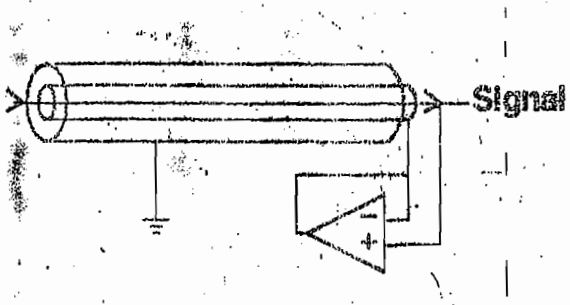
29. The free energy F of a system depends on a thermodynamic variable Ψ as

$$F = -a\Psi^2 + b\Psi^6$$

with $a, b > 0$. The value of Ψ, when the system is in thermodynamic equilibrium, is

1. zero
2. $\pm(a/6b)^{1/4}$
3. $\pm(a/3b)^{1/4}$
4. $\pm(a/b)^{1/4}$

30. The inner shield of a triaxial conductor is driven by an (ideal) op-amp follower circuit as shown. The effective capacitance between the signal-carrying conductor and ground is



1. unaffected
2. doubled
3. halved
4. made zero

31. Consider a system of two non-interacting identical fermions, each of mass m in an infinite square well potential of width a. (Take the potential inside the well to be zero and ignore spin.) The composite wavefunction for the system with total energy

$$E = \frac{5\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$$

is

1. $\frac{2}{a}\left[\sin\left(\frac{\pi x_1}{a}\right)\sin\left(\frac{2\pi x_2}{a}\right) - \sin\left(\frac{2\pi x_1}{a}\right)\sin\left(\frac{\pi x_2}{a}\right)\right]$
2. $\frac{2}{a}\left[\sin\left(\frac{\pi x_1}{a}\right)\sin\left(\frac{2\pi x_2}{a}\right) + \sin\left(\frac{2\pi x_1}{a}\right)\sin\left(\frac{\pi x_2}{a}\right)\right]$
3. $\frac{2}{a}\left[\sin\left(\frac{\pi x_1}{a}\right)\sin\left(\frac{3\pi x_2}{2a}\right) - \sin\left(\frac{3\pi x_1}{2a}\right)\sin\left(\frac{\pi x_2}{a}\right)\right]$
4. $\frac{2}{a}\left[\sin\left(\frac{\pi x_1}{a}\right)\cos\left(\frac{\pi x_2}{a}\right) - \sin\left(\frac{\pi x_2}{a}\right)\cos\left(\frac{\pi x_1}{a}\right)\right]$

32. A particle of mass m in the potential $V(x,y) = \frac{1}{2}m\omega^2(4x^2 + y^2)$, is in an eigenstate of energy $E = \frac{5}{2}\hbar\omega$. The corresponding un-normalized eigenfunction is

1. $y \exp\left[-\frac{m\omega}{2\hbar}(2x^2+y^2)\right]$
2. $x \exp\left[-\frac{m\omega}{2\hbar}(2x^2+y^2)\right]$
3. $y \exp\left[-\frac{m\omega}{2\hbar}(x^2+y^2)\right]$
4. $xy \exp\left[-\frac{m\omega}{2\hbar}(x^2+y^2)\right]$

33. A particle of mass m and coordinate q has the Lagrangian

$$L = \frac{1}{2}m\dot{q}^2 - \frac{\lambda}{2}q\dot{q}^2$$

where λ is a constant. The Hamiltonian for the system is given by

1. $\frac{p^2}{2m} + \frac{\lambda q p^2}{2m^2}$
2. $\frac{p^2}{2(m-\lambda q)}$
3. $\frac{p^2}{2m} + \frac{\lambda q p^2}{2(m-\lambda q)^2}$
4. $\frac{p\dot{q}}{2}$

34. If $\vec{A} = yz\,\hat{i} + zx\hat{j} + xy\hat{k}$ and C is the circle of unit radius in the plane defined by $z=1$, with the centre on the z-axis, then the value of the integral $\oint_C \vec{A}.\vec{d\ell}$ is

1. $\pi/2$
2. π
3. $\pi/4$
4. 0

35. Given $\sum_{n=0}^{\infty} P_n(x)t^n = (1-2xt+t^2)^{-1/2}$, for $|t|<1$, the value of $P_5(-1)$ is

1. 0.26
2. 1
3. 0.5
4. -1

36. A charged particle is at a distance d from an infinite conducting plane maintained at zero potential. When released from rest, the particle reaches a speed u at a distance $d/2$ from the plane. At what distance from the plane will the particle reach the speed $2u$?

1. $d/6$
2. $d/3$
3. $d/4$
4. $d/5$

37. Consider the matrix

$$M = \begin{pmatrix} 0 & 2i & 3i \\ -2i & 0 & 6i \\ -3i & -6i & 0 \end{pmatrix}.$$

The eigenvalues of M are

1. $-5, -2, 7$
2. $-7, 0, 7$
3. $-4i, 2i, 2i$
4. $2, 3, 6$

38. Consider the differential equation

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\frac{dx}{dt} + x = 0$$

with the initial conditions $x(0) = 0$ and $\dot{x}(0) = 1$. The solution $x(t)$ attains its maximum value when t is

1. 1/2
2. 1
3. 2
4. ∞

39. A light source is switched on and off at a constant frequency f. An observer moving with a velocity u with respect to the light source will observe the frequency of the switching to be

1. $f\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-1}$
2. $f\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-1/2}$
3. $f\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)$
4. $f\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{1/2}$

40. If C is the contour defined by $|z| = \frac{1}{2}$, the value of the integral

$$\oint_C \frac{dz}{\sin^2 z}$$

is

1. ∞
2. $2\pi i$
3. 0
4. πi

41. The time period of a simple pendulum under the influence of the acceleration due to gravity g is T. The bob is subjected to an additional acceleration of

magnitude $\sqrt{3}g$ in the horizontal direction. Assuming small oscillations, the mean position and time period of oscillation, respectively, of the bob will be

1. 0° to the vertical and $\sqrt{3}T$
2. 30° to the vertical and $T/2$
3. 60° to the vertical and $T/\sqrt{2}$
4. 0° to the vertical and $T/\sqrt{3}$

42. Consider an electromagnetic wave at the interface between two homogeneous dielectric media of dielectric constants ε_1 and ε_2. Assuming $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$ and no charges on the surface, the electric field vector $\vec{E}$ and the displacement vector $\vec{D}$ in the two media satisfy the following inequalities

1. $|\vec{E}_2| > |\vec{E}_1|$ and $|\vec{D}_2| > |\vec{D}_1|$
2. $|\vec{E}_2| < |\vec{E}_1|$ and $|\vec{D}_2| < |\vec{D}_1|$
3. $|\vec{E}_2| < |\vec{E}_1|$ and $|\vec{D}_2| > |\vec{D}_1|$
4. $|\vec{E}_2| > |\vec{E}_1|$ and $|\vec{D}_2| < |\vec{D}_1|$

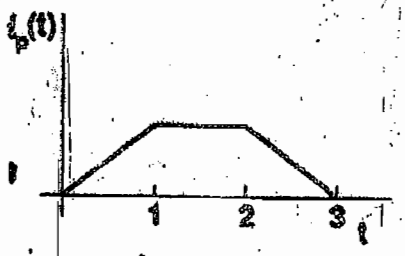
43. If the electrostatic potential in spherical polar coordinates is

$$\varphi(r) = \varphi_0 e^{-r/r_0}$$

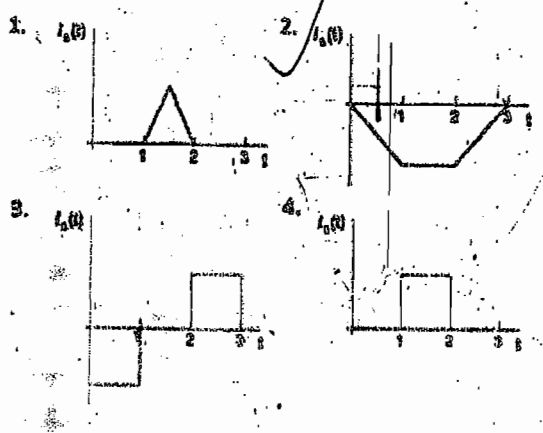
where φ_0 and r_0 are constants, then the charge density at a distance $r = r_0$ will be

1. $\frac{\varepsilon_0 \varphi_0}{e r_0^2}$
2. $\frac{e\varepsilon_0 \varphi_0}{2r_0^2}$
3. $-\frac{\varepsilon_0 \varphi_0}{e r_0^2}$
4. $-\frac{2e\varepsilon_0 \varphi_0}{r_0^2}$

44. A current i_P flows through the primary coil of a transformer. The graph of $i_P(t)$ as a function of time t is shown in the figure below.



Which of the following graphs represents the current i_S in the secondary coil?



45. A time-dependent current $\vec{I}(t) = Kt\hat{z}$ (where K is a constant) is switched on at $t = 0$ in an infinite current-carrying wire. The magnetic vector potential at a perpendicular distance a from the wire is given (for time $t > a/c$) by

1. $\hat{z}\frac{\mu_0 K}{4\pi c}\int_{-\sqrt{c^2t^2-a^2}}^{\sqrt{c^2t^2-a^2}} dz \, \frac{ct - \sqrt{a^2+z^2}}{(a^2+z^2)^{1/2}}$
2. $\hat{z}\frac{\mu_0 K}{4\pi}\int_{-ct}^{ct} dz \, \frac{t}{(a^2+z^2)^{1/2}}$
3. $\hat{z}\frac{\mu_0 K}{4\pi c}\int_{-ct}^{ct} dz \, \frac{ct - \sqrt{a^2+z^2}}{(a^2+z^2)^{1/2}}$
4. $\hat{z}\frac{\mu_0 K}{4\pi}\int_{-\sqrt{c^2t^2-a^2}}^{\sqrt{c^2t^2-a^2}} dz \, \frac{t}{(a^2+z^2)^{1/2}}$

PART 'C'

46. The pressure of a nonrelativistic free Fermi gas in three-dimensions depends, at $T = 0$, on the density of fermions n as

1. $n^{5/3}$
2. $n^{1/3}$
3. $n^{2/3}$
4. $n^{4/3}$

47. A double slit interference experiment uses a laser emitting light of two adjacent frequencies ν_1 and ν_2 $(\nu_1 < \nu_2)$. The minimum path difference between the interfering beams for which the interference pattern disappears is

1. $\frac{c}{\nu_2+\nu_1}$
2. $\frac{c}{\nu_2-\nu_1}$
3. $\frac{c}{2(\nu_2-\nu_1)}$
4. $\frac{c}{2(\nu_2+\nu_1)}$

48. The recently-discovered Higgs boson at the LHC experiment has a decay mode into a photon and a Z boson. If the rest masses of the Higgs and Z boson are 125 GeV/c^2 and 90 GeV/c^2 respectively, and the decaying Higgs particle is at rest, the energy of the photon will approximately be

1. $35\sqrt{3}$ GeV
2. 35 GeV
3. 30 GeV
4. 15 GeV

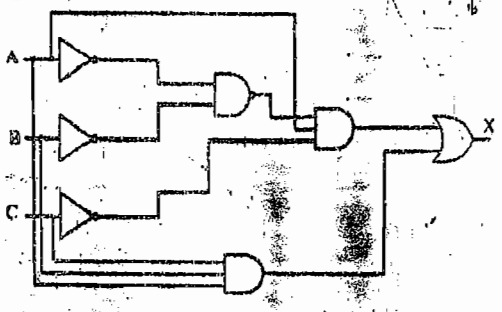
49. A permanently deformed even-even nucleus with $J^P = 2^+$ has rotational energy 93 keV. The energy of the next excited state is

1. 372 keV
2. 310 keV
3. 273 keV
4. 186 keV

50. How much does the total angular momentum quantum number J change in the transition of Cr $(3d^6)$ atom as it ionizes to Cr^{2+} $(3d^4)$?

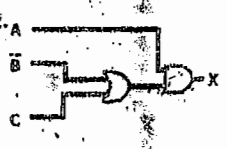
1. Increases by 2
2. Decreases by 2
3. Decreases by 4
4. Does not change

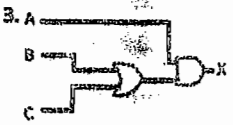
51. For the logic circuit shown in the figure below

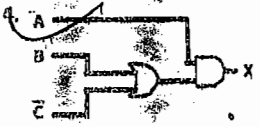


a simplified equivalent circuit is

1.

2.


3.


4.


52. A spectral line due to a transition from an electronic state p to an s state splits into three Zeeman lines in the presence of a strong magnetic field. At intermediate field strengths the number of spectral lines is

1. 10
2. 3
3. 6
4. 9

53. A particle in the infinite square well

$$V(x) = \begin{cases} 0 & 0 < x < a \\ \infty & \text{otherwise} \end{cases}$$

is prepared in a state with the wavefunction

$$\psi(x) = \begin{cases} A \sin^3\left(\frac{\pi x}{a}\right) & 0 < x < a \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

The expectation value of the energy of the particle is

1. $\frac{5\hbar^2\pi^2}{2ma^2}$
2. $\frac{9\hbar^2\pi^2}{2ma^2}$
3. $\frac{9\hbar^2\pi^2}{10ma^2}$
4. $\frac{\hbar^2\pi^2}{2ma^2}$

54. The average local internal magnetic field acting on an Ising spin is $H_{int} = \alpha M$, where M is the magnetization and α is a positive constant. At a temperature T sufficiently close to (and above) the critical temperature T_c, the magnetic susceptibility at zero external field is proportional to (k_B is the Boltzmann constant)

1. $k_BT - \alpha$
2. $(k_BT + \alpha)^{-1}$
3. $(k_BT - \alpha)^{-1}$
4. $\tanh(k_BT + \alpha)$

55. In one dimension, a random walker takes a step with equal probability to the left or right. What is the probability that the walker returns to the starting point after 4 steps?

1. 3/8
2. 5/16
3. 1/4
4. 1/16

56. Consider an electron in a b.c.c. lattice with lattice constant a. A single particle wavefunction that satisfies the Bloch theorem will have the form $f(\vec{r})\exp(i\vec{k}.\vec{r})$, with $f(\vec{r})$ being

1. $1 + \cos\left[\frac{2\pi}{a}(x + y - z)\right] + \cos\left[\frac{2\pi}{a}(-x + y + z)\right] + \cos\left[\frac{2\pi}{a}(x - y + z)\right]$
2. $1 + \cos\left[\frac{2\pi}{a}(x + y)\right] + \cos\left[\frac{2\pi}{a}(y + z)\right] + \cos\left[\frac{2\pi}{a}(z + x)\right]$
3. $1 + \cos\left[\frac{\pi}{a}(x + y)\right] + \cos\left[\frac{\pi}{a}(y + z)\right] + \cos\left[\frac{\pi}{a}(z + x)\right]$
4. $1 + \cos\left[\frac{\pi}{a}(x + y - z)\right] + \cos\left[\frac{\pi}{a}(-x + y + z)\right] + \cos\left[\frac{\pi}{a}(x - y + z)\right]$

57. The dispersion relation for electrons in an f.c.c. crystal is given, in the tight binding approximation, by

$$\varepsilon(k) = -4\varepsilon_0\left[\cos\frac{k_xa}{2}\cos\frac{k_ya}{2} + \cos\frac{k_ya}{2}\cos\frac{k_za}{2} + \cos\frac{k_za}{2}\cos\frac{k_xa}{2}\right]$$

where a is the lattice constant and ε_0 is a constant with the dimension of energy. The x-component of the velocity of the electrons at $\left(\frac{\pi}{a}, 0, 0\right)$ is

1. $-2\varepsilon_0a/\hbar$
2. $2\varepsilon_0a/\hbar$
3. $-4\varepsilon_0a/\hbar$
4. $4\varepsilon_0a/\hbar$

58. The following data is obtained in an experiment that measures the viscosity η as a function of molecular weight M for a set of polymers.

M (Da)	η (kPa-s)
990	0.28 ± 0.03
5032	30 ± 2
10191	250 ± 10
19825	2000 ± 200

The relation that best describes the dependence of η on M is

1. $\eta \sim M^{4/9}$
2. $\eta \sim M^{3/2}$
3. $\eta \sim M^2$
4. $\eta \sim M^3$

59. The integral $\int_0^1 \sqrt{x}\,dx$ is to be evaluated up to 3 decimal places using Simpson's 3-point rule. If the interval [0,1] is divided into 4 equal parts, the correct result is

1. 0.683
2. 0.667
3. 0.657
4. 0.638

60. In a classical model, a scalar (spin-0) meson consists of a quark and an antiquark bound by a potential

$$V(r) = ar + \frac{b}{r}$$

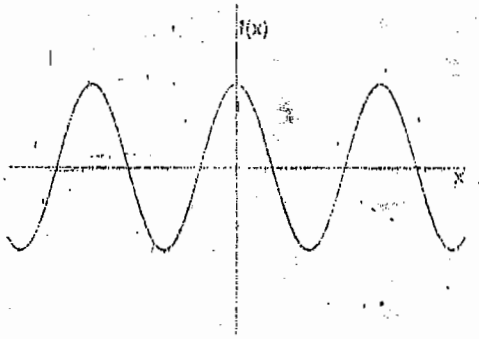
where $a = 200$ MeV fm^{-1} and $b = 100$ MeV fm. If the masses of the quark and antiquark are negligible, the mass of the meson can be estimated as approximately

1. 141 MeV/c^2
2. 283 MeV/c^2
3. 353 MeV/c^2
4. 425 MeV/c^2

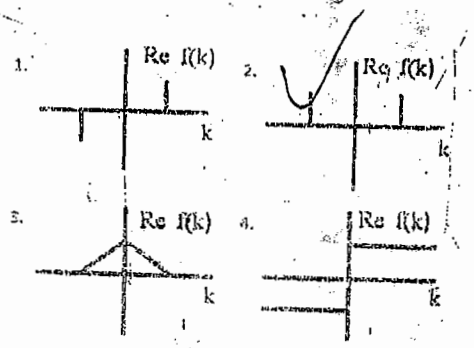
61. Let $y = \frac{1}{2}(x_1 + x_2) - \mu$, where x_1 and x_2 are independent and identically distributed Gaussian random variables of mean μ and standard deviation σ. Then $\langle y^4 \rangle / \sigma^4$ is

1. 1
2. 3/4
3. 1/2
4. 1/4

62. The graph of a real periodic function $f(x)$ for the range $[-\infty, \infty]$ is shown below



Which of the following graphs represents the real part of its Fourier transform?



63. The matrices

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

and $C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

satisfy the commutation relations

1. $[A, B] = B + C$, $[B, C] = 0$, $[C, A] = B + C$
2. $[A, B] = C$, $[B, C] = A$, $[C, A] = B$
3. $[A, B] = B$, $[B, C] = 0$, $[C, A] = A$
4. $[A, B] = C$, $[B, C] = 0$, $[C, A] = B$

64. The function $\Phi(x, y, z, t) = \cos(z - vt) + \mathrm{Re}(\sin(x + iy))$ satisfies the equation

1. $\frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)\Phi$
2. $\left(\frac{1}{v^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)\Phi = \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)\Phi$
3. $\left(\frac{1}{v^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)\Phi = \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)\Phi$
4. $\left(\frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2}{\partial t^2}\right)\Phi = \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)\Phi$

65. The coordinates and momenta x_i, p_i $(i = 1,2,3)$ of a particle satisfy the canonical Poisson bracket relations $\{x_i, p_j\} = \delta_{ij}$. If $C_1 = x_2 p_3 + x_3 p_2$ and $C_2 = x_1 p_2 - x_2 p_1$ are constants of motion, and

if $C_3 = \{C_1, C_2\} = x_1 p_3 + x_3 p_1$, then

1. $\{C_2, C_3\} = C_1$ and $\{C_3, C_1\} = C_2$
2. $\{C_2, C_3\} = -C_1$ and $\{C_3, C_1\} = -C_2$
3. $\{C_2, C_3\} = -C_1$ and $\{C_3, C_1\} = C_2$
4. $\{C_2, C_3\} = C_1$ and $\{C_3, C_1\} = -C_2$

66. A canonical transformation relates the old coordinates (q, p) to the new ones (Q, P) by the relations $Q = q^2$ and $P = p/2q$. The corresponding time-independent generating function is
1. P/q^2 2. q^2P
3. q^2/P 4. qP^2

67. The time evolution of a one-dimensional dynamical system is described by
$$\frac{dx}{dt} = -(x+1)(x^2 - b^2).$$
If this has one stable and two unstable fixed points, then the parameter b satisfies
1. $0 < b < 1$ 2. $b > 1$
3. $b < -1$ 4. $b = 2$

68. A charge $(-e)$ is placed in vacuum at the point $(d, 0, 0)$, where $d > 0$. The region $x \le 0$ is filled uniformly with a metal. The electric field at the point $\left(\frac{d}{2}, 0, 0\right)$ is
1. $-\frac{10e}{9\pi\varepsilon_0 d^2}(1,0,0)$ 2. $\frac{10e}{9\pi\varepsilon_0 d^2}(1,0,0)$
3. $\frac{e}{\pi\varepsilon_0 d^2}(1,0,0)$ 4. $-\frac{e}{\pi\varepsilon_0 d^2}(1,0,0)$

69. An electron is in the ground state of a hydrogen atom. The probability that it is within the Bohr radius is approximately equal to
1. 0.60 2. 0.90
3. 0.16 4. 0.32

70. A beam of light of frequency ω is reflected from a dielectric-metal interface at normal incidence. The refractive index of the dielectric medium is n and that of the metal is $n_2 = n(1 + i\rho)$. If the beam is polarised parallel to the interface, then the phase change experienced by the light upon reflection is
1. $\tan(2/\rho)$ 2. $\tan^{-1}(1/\rho)$
3. $\tan^{-1}(2/\rho)$ 4. $\tan^{-1}(2\rho)$

71. The scattering amplitude $f(\theta)$ for the potential $V(r) = \beta e^{-\mu r}$, where β and μ are positive constants, is given, in the Born approximation, by
(in the following $b = 2k\sin\frac{\theta}{2}$ and $E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$)
1. $-\frac{4m\beta\mu}{\hbar^2(b^2+\mu^2)^2}$ 2. $-\frac{4m\beta\mu}{\hbar^2 b^2\left(b^2+\mu^2\right)}$
3. $-\frac{4m\beta\mu}{\hbar^2\sqrt{b^2+\mu^2}}$ 4. $-\frac{4m\beta\mu}{\hbar^2\left(b^2+\mu^2\right)^3}$

72. The ground state eigenfunction for the potential $V(x) = -\delta(x)$, where $\delta(x)$ is the delta function, is given by $\psi(x) = Ae^{-\alpha|x|}$, where A and $\alpha > 0$ are constants. If a perturbation $H' = bx^2$ is applied, the first order correction to the energy of the ground state will be
1. $\frac{b}{\sqrt{2}\alpha^2}$ 2. $\frac{b}{\alpha^2}$
3. $\frac{2b}{\alpha^2}$ 4. $\frac{b}{2\alpha^2}$

73. A thin, infinitely long solenoid placed along the z-axis contains a magnetic flux ϕ. Which of the following vector potentials corresponds to the magnetic field at an arbitrary point (x, y, z)?
1. $(A_x, A_y, A_z) = \left(-\frac{\phi}{2\pi}\frac{y}{x^2+y^2}, \frac{\phi}{2\pi}\frac{x}{x^2+y^2}, 0\right)$
2. $(A_x, A_y, A_z) = \left(-\frac{\phi}{2\pi}\frac{y}{x^2+y^2+z^2}, \frac{\phi}{2\pi}\frac{x}{x^2+y^2+z^2}, 0\right)$
3. $(A_x, A_y, A_z) = \left(-\frac{\phi}{2\pi}\frac{x+y}{x^2+y^2}, \frac{\phi}{2\pi}\frac{x+y}{x^2+y^2}, 0\right)$
4. $(A_x, A_y, A_z) = \left(-\frac{\phi}{2\pi}\frac{x}{x^2+y^2}, \frac{\phi}{2\pi}\frac{y}{x^2+y^2}, 0\right)$

74. The van der Waals' equation of state for a gas is given by

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

where P, V and T represent the pressure, volume and temperature respectively, and a and b are constant parameters. At the critical point, where all the roots of the above cubic equation are degenerate, the volume is given by

1. $\frac{a}{9b}$
2. $\frac{a}{27b^2}$
3. $\frac{8a}{27bR}$
4. $3b$

75. An electromagnetically-shielded room is designed so that at a frequency $\omega = 10^7$ rad/s the intensity of the external radiation that penetrates the room is 1% of the incident radiation. If $\sigma = \frac{1}{2\pi} \times 10^6\ (\Omega m)^{-1}$ is the conductivity of the shielding material, its minimum thickness should be (given that $\ln 10 = 2.3$)

1. 4.60 mm
2. 2.30 mm
3. 0.23 mm
4. 0.46 mm

FOR ROUGH WORK